

WSJT-X 2.3 ユーザガイド

Joseph H Taylor, Jr, K1JT – Version 2.3.0-rc3

日本語訳 大庭 JA7UDE

最終更新 2021年1月11日

目次

はじめに	6
バージョン2.3.0-rc3の新機能	7
本書中で使う記号	7
多言語対応	8
WSJT-Xにあなたができること	8
ライセンス	8
運用に必要な機材	9
インストール	10
Windows	10
Linux	11
Debian、Ubuntu、または、Rasbianを含むDebianベースのOS	11
Fedora、Red Hat、または、他のrpmベースのシステム	12
OS XとmacOS	12
セットアップ	13
General	13
Radio	15
Audio	17
TX Macros	18
Reporting	19
Frequencies	20
Colors	22
デコードハイライト機能	22
LoTWのユーザ認証	23
Advanced	24
JT65 VHF/UHF/Microwave decoding parameters	24
Miscellaneous	25
FT4、FT8、MSK144 メッセージの生成	25
ダークモード	25

トランシーバーの設定	27
受信機の雑音レベル	27
バンド幅と周波数設定	27
送信機のオーディオレベル	27
基本操作	28
主画面設定	28
サンプルのダウンロード	28
広域グラフ設定	28
JT9	29
Wave Fileを開く	29
デコード	30
デコード制御	31
JT9+JT65	31
主画面	31
Wide Graph設定	32
Wave ファイルを開く	32
最初のサンプルファイルをもう一度開く	34
ウォーターフォール制御	34
FT8	34
主画面	34
Wide Graph設定	34
Wave ファイルを開く	34
FT8 DXペディションモード	36
FT4	36
FST4	39
FST4W	39
QSOの手順	40
通常のQSO手順	40
任意のテキストメッセージ	41
自動QSO手順	41

コンテストメッセージ	41
NA VHF コンテスト	42
EU VHF コンテスト	42
ARRL フィールドデー	42
ARRL RTTY Roundup	42
WW Digi Contest	42
非標準コールサイン	43
FT8とMSK144	43
JT4、JT9、JT65とQRA64	43
タイプ1 複合コールサイン	44
タイプ2 複合コールサイン	44
QSO前の確認	45
VHF+ 機能	46
VHF設定	46
JT4	48
JT65	49
QRA64	50
ISCAT	52
MSK144	52
Echo モード	54
EMEに関するヒント	55
WSPRモード	58
バンドホッピング	58
スクリーン制御	61
メニュー	61
WSJT-X メニュー	61
Fileメニュー	62
Configurationメニュー	62
Viewメニュー	63
Modeメニュー	63

Decodeメニュー	63
Saveメニュー	64
Toolsメニュー	64
Helpメニュー	64
キーボードショートカット (F3)	65
スペシャルマウスコマンド (F5)	66
ボタン群	66
画面左	67
画面中央	69
Tx メッセージ	70
ステータスバー (Status Bar)	71
Wide Graph	72
Fast Graph	72
Echo Graph	73
その他	73
ログ機能	73
デコーダに関して	74
APデコーディング	74
デコードされたメッセージ	76
測定ツール	78
周波数較正	78
周波数特性測定	81
位相補正	81
連携プログラム	82
OSプラットフォームによる違い	85
ファイルの格納場所	85
FAQ	85
プロトコル定義	86
概要	86
Slowモード	87

FT4	87
FT8	87
JT4	87
JT9	88
JT65	88
QRA64	88
まとめ	88
Fastモード	91
ISCAT	91
JT9	91
MSK144	91
まとめ	92
天文データ	92
ユーティリティプログラム	93
サポート	97
セットアップに関するヘルプ	97
バグレポート	97
機能追加変更に関する要望	98
謝辞	98
ライセンス	98

1. はじめに

WSJT-Xは、非常に微弱な電波で通信を行うアマチュア無線用のプログラムです。プログラム名の最初の4文字は「Weak Signal communication by K1JT」から取ったもので、次の「-X」はWSJTから派生した実験用プログラムという意味です。

WSJT-Xバージョン2.3はFST4、FT4、FT8、JT4、JT9、JT65、QRA64、ISCAT、MSK144、WSPR、FST4W、Echoの12個のモードを提供します。初めの6つは非常に弱い電波でも確実にQSOを行えるよう設計されており、ほぼ同じメッセージ構成とエンコーディングを使っています。JT65とQRA64はV/UHF帯を使った月面反射通信EME、及びHF帯のQRP通信を主目的として設計されています。QRA64はJT65に対し、多くの利点を持っています。たとえば、非常に微弱な電波を使った通信でよりよい性能を発揮します。JT9は元々LF帯、MF帯、そしてHF帯での通信用に開発されました。JT9はJT65に比べ10%未満のバンド幅しか占有しないにもかかわらず、感度は2dB良くなっています。JT4はいろいろなトーン間隔を有し、24GHzまでのマイクロ波を使ったEMEで威力を発揮します。これらの「遅い」モードはUTC時間に合わせて1分ごとに交互に送受信を行います。交信局同士、交互に2から3回ずつ送信受信を行いますので、一番短いQSOでも4分から6分かかります。FT8は、同様のQSO手順になりますが、1回の送受信を15秒で済ませることで、感度は数dB悪くなりますが、QSOを4倍速く行うことができます。FT4は更に早い交信を可能とし（送受信切替が7.5秒）、コンテストに適しています。WJT-X 2.3.0でFST4が追加されました。FST4は主にLFとMF帯をターゲットとし、すでに数ヶ月のテストにおいて2200mと630mバンドで大陸間交信を頻繁に成功させています。HF帯であれば、数W（あるいは数mW）の出力と、ある程度のアンテナがあれば世界中と交信することができます。VHF帯から上のバンドでは、EMEや他の電波伝搬でCWに比べ10から15dB低い信号レベルでQSOすることができます。

ISCAT、MSK144、そしてJT9E-Hは「速い」プロトコルを使い、流星バースト通信、航空機スカッターなどの散乱通信に適しています。これらのモードは、5、10、15、30秒の繰り返し信号を使います。メッセージを高速で繰り返し送ること（MSK144では毎秒最大250文字）、流星の短い時間発生する反射効果を利用します。ISCATは28文字までの任意メッセージを送ることができます。MSK144は遅いモードと同じ構成のメッセージを使います。

「遅い」モードと呼ばれていても、「速い」モードと同じくらい素早く送受信切替を行うものもあります。ここで「遅い」モードはメッセージを1送信中1回しか送らないという意味です。「速い」モードでは、1送信中に数回繰り返してメッセージを送ります。

WSPR（ウィスパーと発音します）はWeak Signal Propagation Reporterの頭文字をとったものです。WSPRは小電力ビーコンを送受信することで潜在的な電波伝搬パスを探ることを目的としています。WSPRはコールサイン、グリッドロケータ、および出力電力に関するデータを圧縮し、強力な前方誤り訂正符号化（FEC）を行い、狭帯域4値FSK変調で送ります。2500Hzの帯域幅で-28dBのS/N比を持っています。FST4Wも同じ目的で実装されていますが、おもにLFとMF帯をターゲットとしています。30分という送信時間のオプションを有し、感度は-45dBに達します。インターネットに接続された受信局は、受信したデータを自動的にWSPRnetへ報告することができます。[WSPRnetホームページ](#)ではデータベース検索、地図表示などの多彩な機能を提供しています。

ECHOは月面から反射してくる自分の信号を検出測定するモードです。たとえ、耳で聞こえないレベルの信号でも検出できるよう工夫されています。

WSJT-Xは、最大5kHzのバンド幅表示を提供し、最近の無線機のほぼ全てに対応しています。また、EME用の自動ドップラー追跡、反射検出を容易にする機能を有しています。WSJT-XはWindows、Macintosh、Linux上で動作し、それぞれストール用パッケージが提供されています。

バージョン番号：WSJT-Xのリリース番号は、メジャー番号、マイナー番号、パッチ番号がピリオドで区切られて構成されています。ユーザーからのフィードバックを得るために、β版が先行してリリースされることがあります。たとえば、バージョン2.1.0-rc1、2.1.0-rc2などで、それらは正式版2.1.0へ統合されます。リリース候補バージョンはテスト期間のみで使ってください。できる限り開発者へフィードバックを送ってください。正式版が発表されたあとは、リリース候補バージョンの利用を停止してください。

1.1. バージョン2.3.0-rc3の新機能

WSJT-X 2.3.0はLFとMFバンドをターゲットとした新しいモード、FST4とFSTWを実装しました。実装されたデコーダーは、たとえ大陸間通信であってもドップラースプレッドがとても小さいというバンドの特性を活かしてデザインされています。結果として、FST4とFST4Wの感度は同じ送信時間を持つWSJT-Xの他のモードよりも高く、理論限界値に肉薄しています。FST4は2-way QSO用に、FST4WはWSPRのような擬似ビーコン用に設計されています。FST4とFST4WはEbNautのような正確な位相ロックや時間同期を必要としません。

新しいモードは4-GFSK変調を用い、エンコードとデコードは共通のソフトウェアを使います。送受信サイクルは15、30、60、120、300、900、そして1800秒が用意されています。FST4Wは120秒より短いサイクルを省いています。サブモードの名前は、FST4-60、FST4W-300のように、シーケンス時間を秒で表した数字を後ろにつけます。メッセージペイロードは77ビット（FT4、FT8、MSK144で使われているものと同じ）か、あるいは、50ビット（WSPRで使われているものと同じ）です。前方誤り訂正符号として低密度パリティ検査（LDPC）を採用しており、情報とパリティを合わせて240ビットになります。一回の送信は、予め定義された8つの同期シンボルの5ブロックが間に挿入された120シンボル（それぞれ2ビット）で構成されています。

2200mと630mバンドでは、JT9の代わりにFST4を、WSPRの代わりにFST4Wを使うことを強く推奨します。これからは、LFとMFバンドでの交信を通して最適な送受信切替時間を決めていくとよいでしょう。

1.2. 本書中で使う記号



ユーザに有益と思われる情報



「こつ」やテクニック



注意を払うべき点

1.3. 多言語対応

WSJT-Xのユーザーインターフェイスは多くの言語をサポートしています。ユーザーのPCの標準設定言語がサポートされている場合はその言語で表示されます。

1.4. WSJT-Xにあなたができること

WSJTは[GNU General Public License \(GPLv3\)](#)に基づきオープンソースで進められています。もし、あなたがプログラム開発や文書作りができるか、あるいは他の方法でプロジェクトに貢献できるのであれば、ぜひ開発チームに、その旨をお知らせください。特に、他言語へのユーザガイドの翻訳、ユーザインターフェイスの翻訳について、力を貸していただきたいと思います。ソースコードは[SourceForge](#)からダウンロードすることができます。また、wsjt-devel@lists.sourceforge.net で開発者間の情報交換が行われています。バグレポート、新しい機能の提案、ユーザガイドへの貢献などもWSJT Groupメーリングリストへお送りください。レポートを送る際は、あらかじめメーリングリストへ登録する必要があります。

1.5. ライセンス

WSJT-Xを使う前に[ライセンス条項](#)を読んでください。

2. 運用に必要な機材

- SSB トランシーバーとアンテナ
- Windows 7以降のOSが走るパソコン、または、macOS 10.13以降、Linux。
- 動作クロック1.5GHzかそれ以上のCPU。200MBの空きメモリ。速ければ速いほどよいです。
- 1024x768以上の解像度をもったディスプレイ
- パソコンから無線機のPTTやCATを操作するためのインターフェイス。あるいは送受信切替できるVOX。
- サンプリングレート48000Hz、16ビットデータのオーディオデバイス
- 無線機とPCをつなぐオーディオインターフェイス（もしくは、同等のUSBリンク）
- パソコンの時刻をUTCに対して1秒以内の誤差で合わせる手段

3. インストール

Windows用、Linux用、OS X用のインストール用パッケージは[WSJTのホームページ](#)からダウンロードできます。OSの種類に合わせたパッケージを選択してください。

3.1. Windows

32ビットWindows 7、8、10は wsjtx-2.3.0-rc3-win32.exe。64ビットWindows 7、8、10は wsjtx-2.3.0-rc3-win64.exeをダウンロードします。ダウンロードしたファイルを実行し、指示に従って進んで下さい。

- インストールするディレクトリはC:\Program Files\WSJTXではなく、WSJTX単独の、たとえばC:\WSJTXやC:\WSJT\WSJTXIにしてください。
- WSJT-Xに関するファイルはすべて指定したディレクトリとそのサブディレクトリに格納されます。
- ログや他の設定ファイルなどは C:\Users\<username>\AppData\Local\WSJT-X\に置かれます。



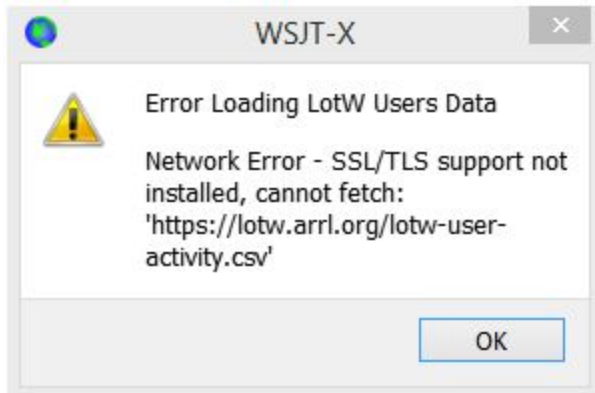
このフォルダが非表示になっているかもしれませんが、アクセスできます。別のショートカットフォルダは %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\です。

- Windowsに備わっている時計合わせ機能はあまりよくありません。Meinberg NTP Clientを推奨します。Windows10の最近のバージョンには比較的よい時計合わせ機能が組み込まれていますので、正しく設定すれば使えるでしょう。少しずつ徐々に時刻を合わせていくタイプのSNTP時刻合わせツールは推奨しません。WSJT-Xを使うには、PCの時計が単調にスムーズに進んでいく必要があります。



PCの時計がUTCに合っているように見えるだけでは不十分です。「単調に」という意味は、時計が逆に進むことがないように、ということです。「スムーズに」という意味は、時計が飛び飛びにならず連続して進む、ということです。時計の調整は進むレートを調節し誤差を徐々に修正していかなければなりません。

- WSJT-XはOpenSSLライブラリを必要とします。すでにインストールされていても、下のようなエラーがLoTWユーザーデータベースを取り込むときにでるかもしれません。



このメッセージが出た場合は、別途OpenSSLライブラリをインストールします。

- o [Windows OpenSSL Packagesサイト](#)から、最新のWindows Lightバージョンをダウンロードします。32ビットWSJT-XにはOpenSSL32ビット版を、64ビットWSJT-XにはOpenSSL64ビット版をダウンロードして使います。
 - o インストール時にはデフォルト設定でかまいません。ただし、「Copy OpenSSL DLLs to the Windows system directory」を選択することを忘れずに（ここ重要）。OpenSSLプロジェクトへ寄付することは強制ではありませんので、必要に応じてオプションを選択してください。
 - o OpenSSLをインストールしても、まだエラーが出る場合は、Microsoft VC++ 2013 Redistributable をインストールします。[マイクロソフトのサイト](#)から 32ビットWSJT-Xではvcredist_x86.exeを、64ビットWSJT-Xではvcredist_x64.exeをダウンロードし、使ってください。
 - o OpenSSLライブラリをインストールできない、またはインターネット接続がないときは、LoTWファイルを手動でダウンロードしてください。
<https://lotw.arrl.org/lotw-user-activity.csv> をダウンロードし、WSJT-Xのログ・ファイルフォルダへ移します。フォルダは **File | Open log directory**で開くことができます。
- WSJT-Xはサウンドカードのサンプリングレートが48000Hzで動作することを前提としています。確認するときは、サウンド制御パネルを開き、録音と再生タブを選択します。プロパティから16ビット、48000Hz（DVD音質）であることを確かめてください。
 - WSJT-Xをアンインストールするときは、スタートメニューからアンインストールを選んでください。

3.2. Linux

Debian、Ubuntu、または、Rasbianを含むDebianベースのOS

i WSJT-XチームはLinux用のインストールパッケージを提供しますが、Linuxのある特定時点でのバージョンに対応していることに注意してください。新しいLinuxのバージョンやいろいろなディストリビューション上でも動くとは思いますが、古いバージョンでは動かない可能性があります。WSJT-XがターゲットとするLinuxのバージョンを確認してください。もし、ターゲットとするLinux以外で動作させたいときは、WSJT-Xをソースからビルドしなければなりません。

- 32-bit: wsjtx_2.2.2_i386.deb
インストール `sudo dpkg -i wsjtx_2.2.2_i386.deb`
アンインストール `sudo dpkg -P wsjtx`
- 64-bit: wsjtx_2.2.2_amd64.deb
インストール `sudo dpkg -i wsjtx_2.2.2_amd64.deb`
アンインストール `sudo dpkg -P wsjtx`
- 64-bit: wsjtx_2.2.2_amhf64.deb
インストール `sudo dpkg -i wsjtx_2.2.2_amhf64.deb`
アンインストール `sudo dpkg -P wsjtx`

ターミナルから以下のコマンドを打ち込む

```
sudo apt install libgfortran5 libqt5widgets5 libqt5network5 \
libqt5printsupport5 libqt5multimedia5-plugins libqt5serialport5 \
libqt5sql5-sqlite libfftw3-single3 libgomp1 libboost-all-dev libusb-1.0-0
```

Fedora、Red Hat、または、他のrpmベースのシステム

- 32-bit: wsjtx-2.3.0-rc3-i686.rpm
インストール `sudo rpm -i wsjtx-2.3.0-rc3-i686.rpm`
アンインストール `sudo rpm -e wsjtx`
- 64-bit: wsjtx-2.3.0-rc3-x86_64.rpm
インストール `sudo rpm -i wsjtx-2.3.0-rc3-x86_64.rpm`
アンインストール `sudo rpm -e wsjtx`

さらに以下のコマンド

```
sudo dnf install libgfortran fftw-libs-single qt5-qtbase \
qt5-qtmultimedia qt5-qtserialport qt5-qtsvg \
qt5-qtserialport libgomp boost libusb
```

3.3. OS XとmacOS

OS X 10.13以降のバージョン。wsjtx-2.3.0-rc3-Darwin.dmgをダウンロードし、ダブルクリック。以降ReadMeファイルを参照のこと。

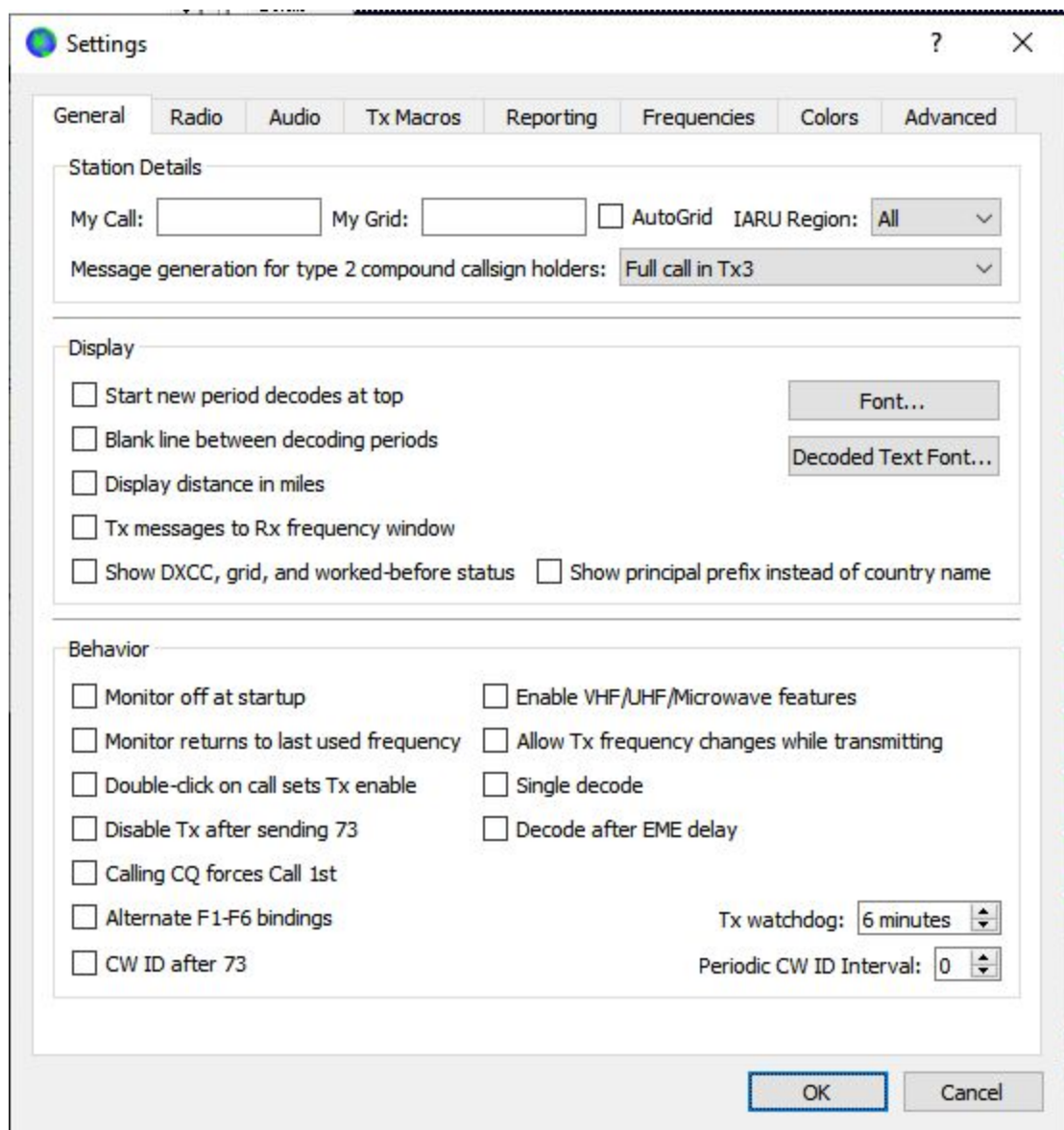
既に以前のバージョンがインストールされている場合は、アプリケーションフォルダの名前を変えることで、それらを残すことができます（例えば、WSJT-XをWSJT-X_2.2）。

- MacのAudio MIDIセットアップを使って、サウンドカードを48000Hz、2ch、16ビットフォーマットに設定します。
-  外付けオーディオ機器を使っている、送信を繰り返すと突然内蔵オーディオに切り替わってしまう現象が発生したときは、サンプル周波数を48000Hzではなく44100Hzにしてみてください。
- システム設定で、外部サーバーを使ってMac内クロックをあわせること。
- アンインストールするときは、WSJT-Xアプリをゴミ箱に移動します。

4. セットアップ

FileメニューのSettingsを選択、もしくはF2を叩く。Macintoshの場合は、MenuのPreferencesか、ショートカットキーCmd+。以下、タブそれぞれについて説明します。

4.1. General



Station Detailsにあなたのコールサインとグリッドロケータ（6桁を推奨）、さらにIARU Region番号を入力します。Region1は、ヨーロッパ、アフリカ、中東、北アジアです。Region2は、南北アメリカです。Region3は、南アジアと太平洋地域です。最初のテストでは、これだけ設定すれば十分です。

他のオプションはWSJT-Xを使って何回かQSOをすれば、自ずとわかってくるでしょう。後から、ここへ戻り、いろいろ設定してみてください。

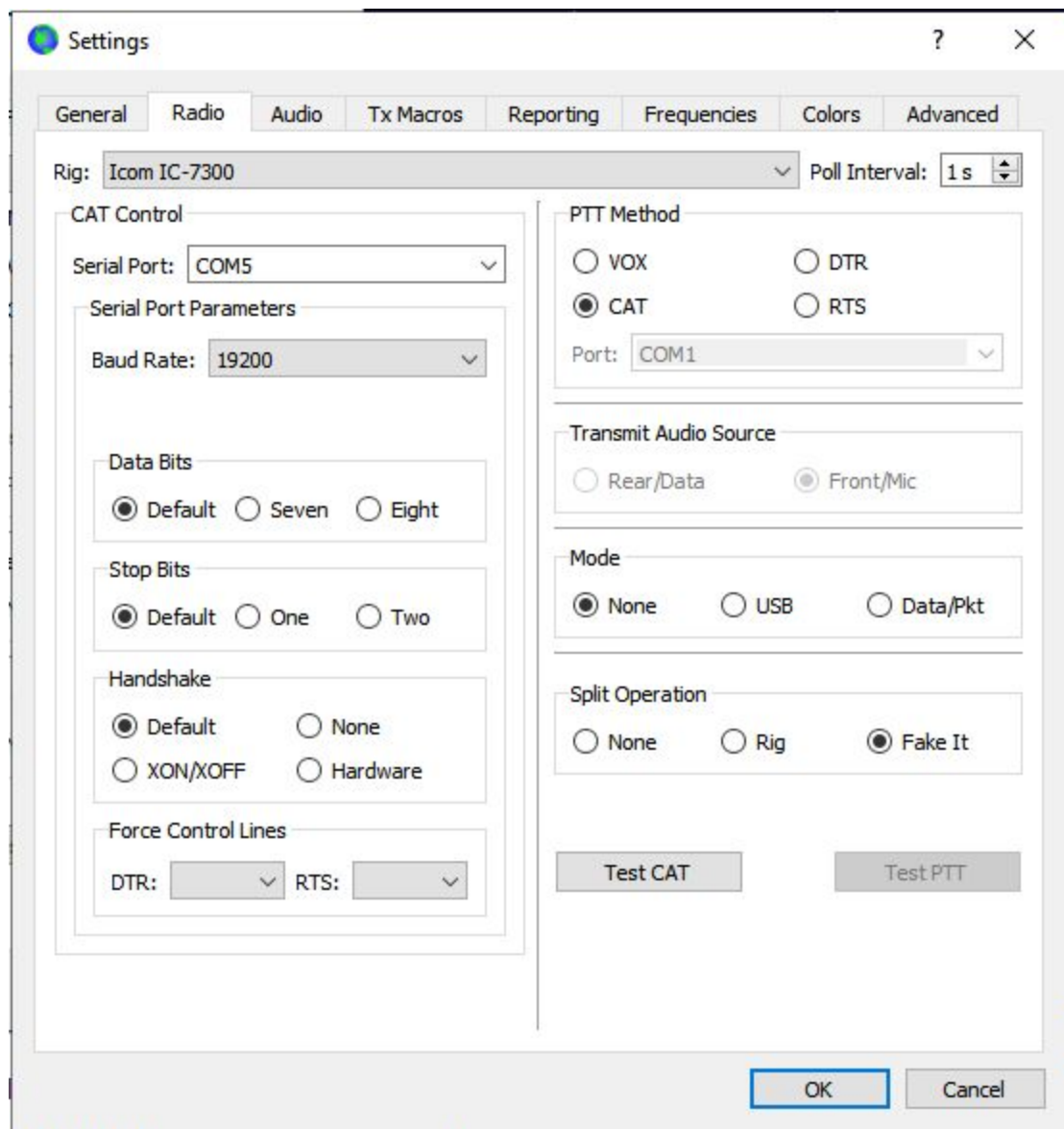


コールサインにプリフィックスやサフィックスを追加したいときは、非標準コールサイン Nonstandard Callsignsの説明を参照してください。



「Enable VHF/UHF/Microwave features」はJT65の広帯域マルチデコード機能をオフにします。HF帯では、そのまま、チェックせずに使います。

4.2. Radio



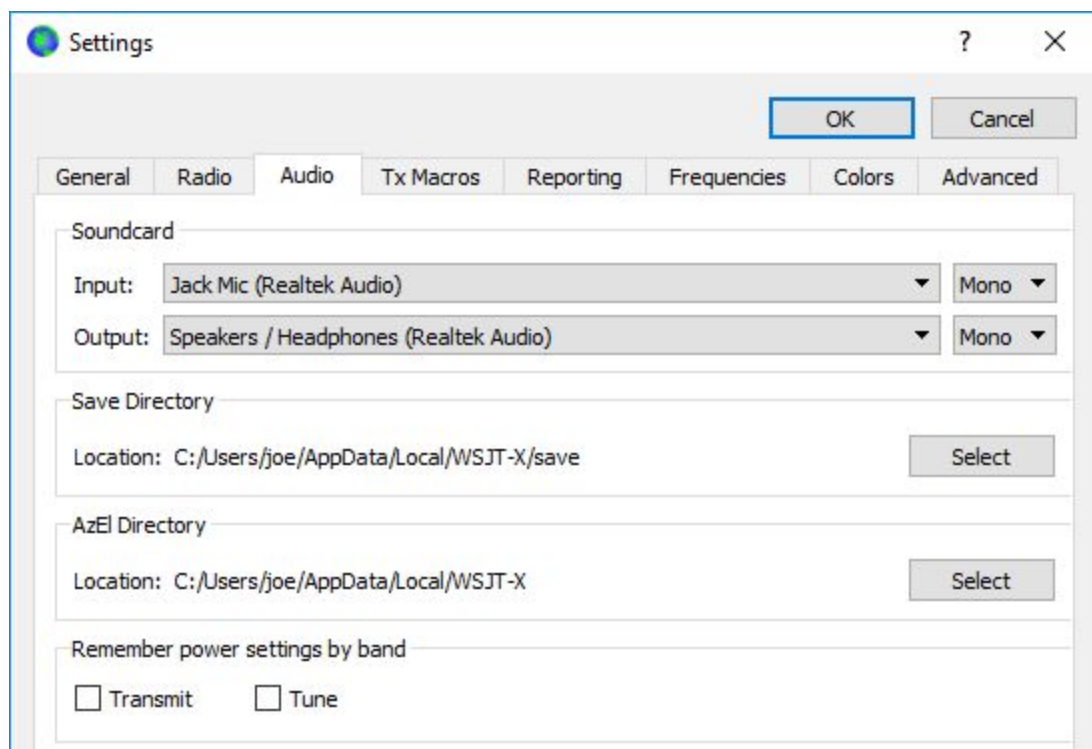
WSJT-XはCAT（Computer Aided Transceiver）機能を有しています。Radioタブではその機能を設定します。

- Rigのドロップダウンリストからリグを選択します。CATを使わないときはNoneを選択します。
 - もし、外部のCAT制御プログラム、たとえば、DX Lab Suite Commander、Flrig、Ham Radio Deluxe、Hamlib NET rigctl、OmniRigなどを使うときはRigリストからそれを選びます。するとCAT Controlの下がNetwork Serverに変わります。同じパソコンで動作させている場合はそのまま空白にしておきます。別のパソコンで外部CAT制御プログラムを動かしているときは、ここにネットワークサーバーのパラメータを指定してください。マウスポインタを置くと説明が表示されます。

- Omni-Rigサーバを使うときは、Omni-Rig Rig 1またはOmni-Rig Rig 2を選びます。Omni-RigはWSJT-Xから自動的に起動されます。
- 無線機の状態をポーリングする時間間隔をPoll Intervalにセットします。1から3秒が適当でしょう。
- CAT Control：他のプログラムを通さずに無線機を制御するときは以下のように設定します。
 - 無線機とつながっているSerial PortまたはNetwork Serverを選択
 - 選択肢USBはいくつかのSDRキットで使われている仮想シリアルポート用に用意されています。
 - 無線機の説明書を参照し、Baud Rate、Data Bits、Stop Bits、Handshakeに適当な値を設定。これらが正しく設定されていないと無線機が反応しません。
 - Force Control Lines：リグインターフェイスによっては、RTSとDTR信号をHighに固定、あるいはLowに固定しなければならない場合があります。たとえば、RTS/DTR信号線をインターフェイスの電源供給に使うケースなど。
- PTT Method：無線機とインターフェイスに合わせてVOX、CAT、DTR、またはRTSを選択します。プロキシアプリを使うときはCATを使うとよいでしょう。
- Transmit Audio Source：無線機によっては、オーディオを入出力端子を選べるものがあります。その場合は、Rear/DataかFront/Micのどちらかを選択します。
- Mode：WSJT-XはUpper Side Bandを使います。無線機にUSBやData/Packet端子がある場合はここで選択します。無線機によってはData/Packet端子を使うとより広域でフラットな音域を利用できる場合があります。無線機設定を変えたくない場合はNoneを選びます。
- Split Operation：Splitモードを使う（送信受信で別のVFOを使う）ことで送信オーディオ信号を常に1500から2000Hzの範囲におさめ、2倍3倍高調波を送信バンド外に押しやるができます。無線機のSplit機能を使うときは、Rigを選択します。Fake itを選択するとWSJT-Xが送信受信で無線機の周波数をずらし、同じような効果を実現します。この機能を使わないときはNoneを選びます。

すべての設定が済んだら、Test CATボタンを押してみましょう。無線機とうまく繋がった場合は、ボタンが緑色になります。エラーが検出されたときは、ボタンが赤色になり、エラーメッセージが表示されます。続いて、Test PTTを押し、送受信が切り替わることを確認してください。VOXを使うときは、主画面のTuneボタンで試すことができます。

4.3. Audio



Audioタブでサウンドシステムの設定を行います。

- Soundcard : 入力、出力に使うサウンドデバイスを指定します。大抵の場合Monoでよいですが、Left、Right、Bothを選ぶことができます。
- オーディオデバイスがサンプリングレート48000Hz、16ビットに設定されていることを確認してください。

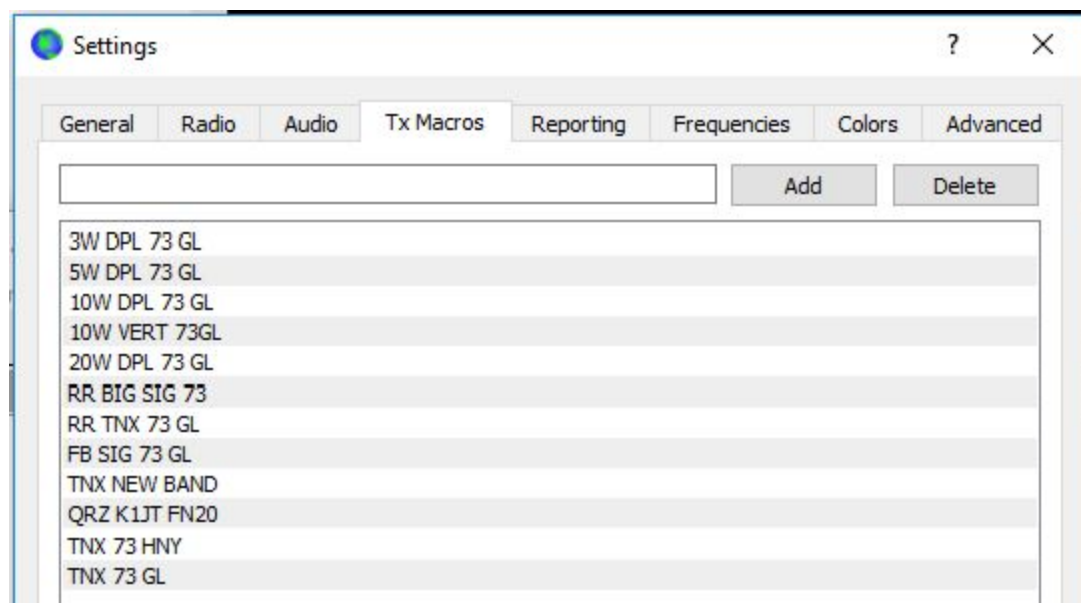
 デフォルトのサウンドデバイスを選択しているときは、PCのシステムサウンドがすべてオフにしてください。さもないと、間違ってシステムサウンドが電波で送信されてしまうことが起きかねません。

 Windows 7以降のPCではTexas InstrumentsのPCM2900シリーズCODECをマイク入力に使っている場合があります（このチップはいろいろなオーディオインターフェイスで使われています）。その場合は、マイクレベルを0dBにしておくようにしましょう。

- Save Directory : WJST-Xは受信信号をwavファイルで保存しておくことができます。デフォルトのフォルダが表示されていますが、自分で変更することもできます。
- AzEl Directory : azel.datというファイルが指定されたフォルダに出来ます。このファイルには、他のプログラムで利用できる、太陽や月の自動追跡、ドップラーシフト、EMEパスの情報が含まれます。Astronomical Dataウィンドウが表示されていると1秒に1回更新されます。

- Remember power settings by band : ここをチェックすると、WSTJ-XIはPwrスライダの位置をバンドごとに覚えます。例えば、Tuneがチェックされていると、主画面のTuneボタンを押したときに、Power Sliderが前回の位置に移動します。

4.4. TX Macros



TX Macrosは、よく使うメッセージを登録しておき、送信するために使います。

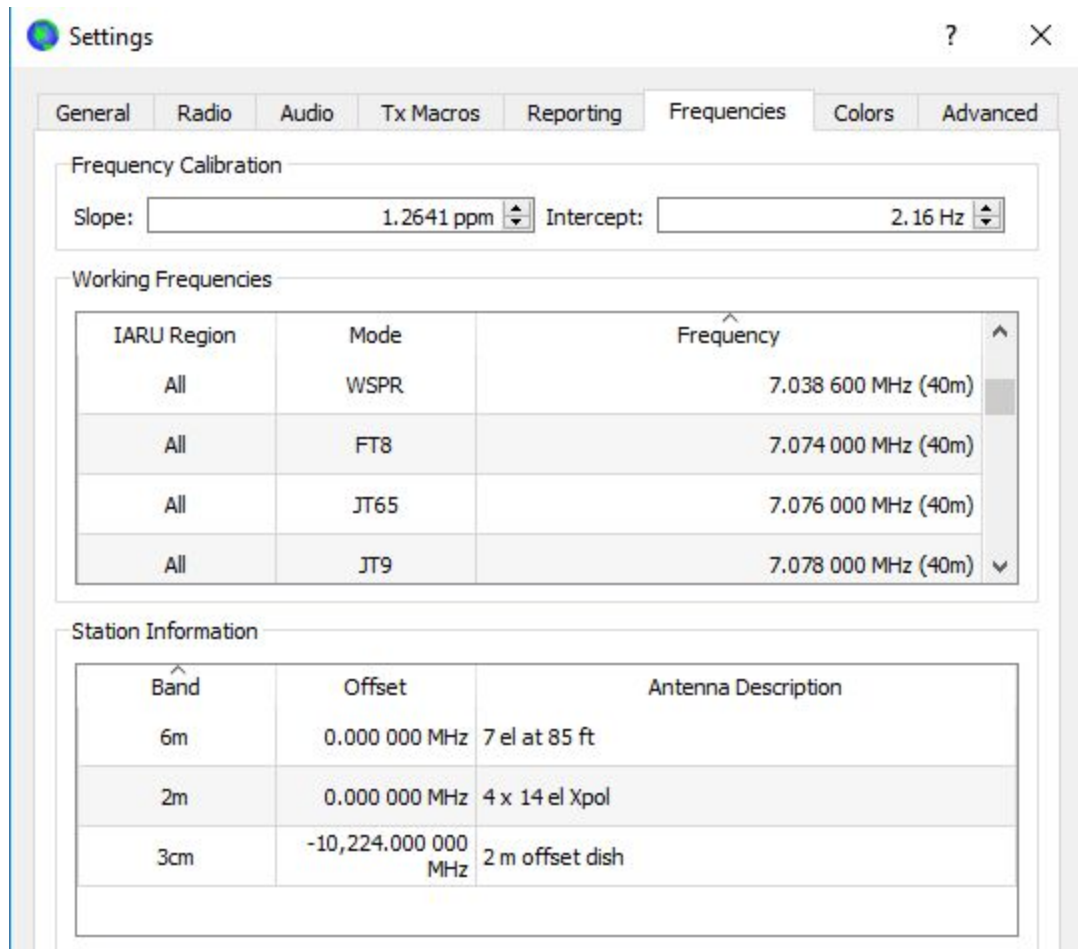
- メッセージを登録するときは、13文字までの文字を入力し、Addボタンを押します。
- メッセージを削除するときは、当該メッセージを選択し、Deleteボタンを押します。
- ドラッグ&ドロップで順番を入れ替えることができます。
- 主画面のTx5フィールドまたはFree msgフィールドでもメッセージを登録できます。メッセージを入れた後、[Enter]を押します。

4.5. Reporting

The screenshot shows the 'Settings' dialog box with the 'Reporting' tab selected. The 'Logging' section has five checkboxes: 'Prompt me to log QSO' (checked), 'Log automatically (contesting only)' (unchecked), 'Convert mode to RTTY' (unchecked), 'dB reports to comments' (unchecked), and 'Clear DX call and grid after logging' (unchecked). The 'Op Call' field contains 'K1JT'. The 'Network Services' section has one checkbox: 'Enable PSK Reporter Spotting' (checked). The 'UDP Server' section has two text fields: 'UDP Server' (127.0.0.1) and 'UDP Server port number' (2237). There are three checkboxes: 'Accept UDP requests' (checked), 'Notify on accepted UDP request' (checked), and 'Accepted UDP request restores window' (checked). The 'Secondary UDP Server (deprecated)' section has one checkbox: 'Enable logged contact ADIF broadcast' (checked). It also has two text fields: 'Server name or IP address' (127.0.0.1) and 'Server port number' (2333). At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

- Logging : 必要な項目にチェックを入れます。マルチオペ局では、個人のコールサインを入力するとよいでしょう。
- Network Services : PSK Reporterを使うときはチェックを入れます。
- UDP Server : 外部プログラムがWSJT-Xとデータを交換するときに使うネットワーク名とポート番号を設定します。交換できるデータは、デコードしたメッセージ、プログラムの状態、ログしたQSO、バンドアクティビティウィンドウのハイライトデータ、CQやQRZに応答を開始する制御などです。詳細についてはソースコードを参照してください。
- JTAlertなどはWSJT-Xの情報を得るためUDPサーバー機能を使います。その場合はAccept UDP requestをチェックしてください。

4.6. Frequencies



Working Frequencies : FT8、JT4、JT9、JT65、MSK144、WSPR、及びECHOで使われるデフォルト周波数を示しています。このテーブルはユーザが変更可能です。

- 変更するときは、当該エントリーをダブルクリックして選び、周波数をMHz単位で入力、その後、キーボードからEnterを押します。または、ドロップダウンリストから選択します。WSJT-Xが適当なフォーマットを行います。
- エントリーを追加するときは、テーブルのどこかを右ボタンでクリックし、Insertを選びます。MHz単位で周波数を入力、つづいてモードをえらびます。そのあと、OKを押します。テーブルはひとつのバンドに複数の周波数情報を持つことができます。
- エントリーを削除するときは、右クリックしたあと、Deleteを選びます。複数のエントリーをいっぺんに削除したい場合は、それらのエントリーを選んだ後、右クリックします。
- エントリーを右クリックし、Resetボタンを押すと、デフォルト設定へ戻ります。

他の便利な操作も右クリックメニューに用意されています。

Frequency Calibration : WWVや同じような信頼できる周波数基準で無線機を較正している場合（あるいは、Accurate Frequency Measurements with your WSPR Setupに記述されている方法で）、Intercept AとSlope Bを以下の式に当てはめることができます。

$$\text{Dial error} = A + B * f$$

ここで、Dial errorとAはHz単位です。fはMHz単位です。Bはppmです。周波数値が無線機に送られ、それを受信し、WSJT-Xの周波数表示が正確になるように調整します。

Station Information : Band、Offset、Antenna情報を記憶しておくことができます。アンテナの情報はPSK Reporterに受信記録を送るときに使われます。デフォルトでは、周波数オフセットは0になります。トランスバーターを使っているときはオフセットを入力できます。

- 必要ないバンドー例えば、自分が設備を持っていないバンドーを削除することができます。
- 何度も同じ文を入力する場合は、Drag&Dropを使うとよいでしょう。
- すべての設定が終了後、OKボタンを押します。

4.7. Colors



デコードハイト機能

- WSJT-Xは自分が探しているCQを見つけやすいようにメッセージを色分けする機能を持っています。Settings | General タブの中の Show DXCC、grid、worked-before status（交信済み）をチェックし、Colorsタブで色を設定します。リストの行をドラッグ&ドロップすることで、優先度を調節できます。右クリックでフォアグラウンドの色とバックグラウンドの色を変更できます。フォアグラウンド色、バックグラウンド色、そして優先度を適切に設定することにより、Worked-beforeを2通り表現することが可能です。
- Reset highlightingをクリックすると、すべての色設定を初期化できます。
- モードごとにWorked-beforeを見たいときは Highlight by Modeをチェックします。

- Worked-beforeかどうかは、あなたのWSJT-X ADIFログファイルを参照して決定します。自分のログファイルからADIFを作り、Rescan ADIF Logをクリックすることで、別のログファイルをもとに更新できます。



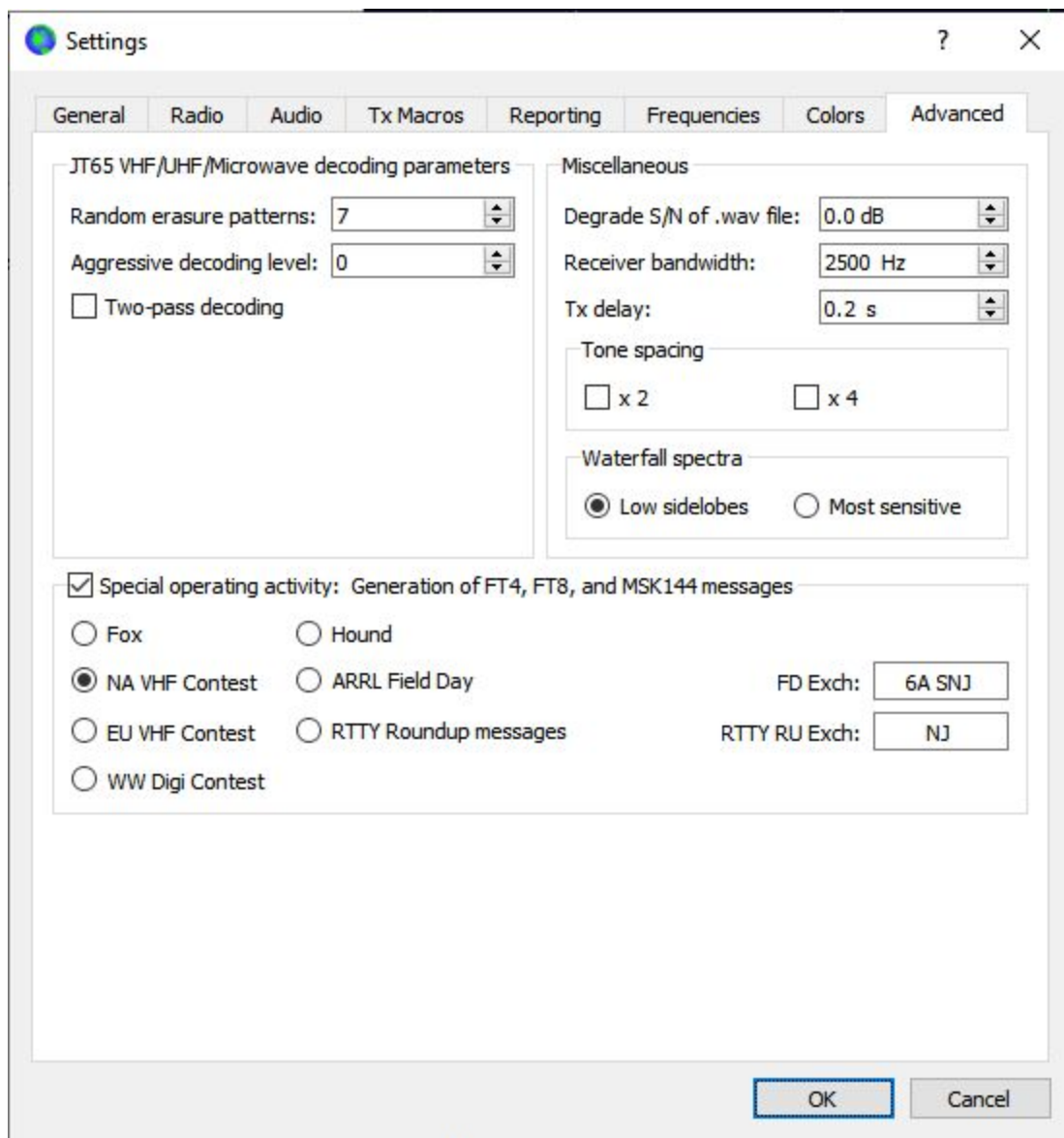
WSJT-XのADIFファイルには「CALL」フィールドが含まれていなければなりません。「BAND」「MODE」「GRIDSQUARE」フィールドはオプションです。DXCCエンティティ、大陸、CQゾーン、ITUゾーンはWSJT-Xに同梱されているcty.datデータベースを参照しています。

LoTWのユーザ認証

ARRLのLoTWのQSLコンファームサービスを使っている局はハイライトされます。

- Fetch Now をクリックすると Users CSV file URL から最新データをダウンロードします。LoTW上のデータは毎週更新されます。
- Age of last upload less thanでどのくらい前にデータをアップロードしている局をハイライトするか決めることができます（上の例では、365日間以上アップロードしていない局はハイライトしない）。

4.8. Advanced



JT65 VHF/UHF/Microwave decoding parameters

- Random erasure patterns : Franke-Taylor JT65デコーダ内で使われる、疑似ランダム施行回数（ログスケール）を設定します。ほとんどのケースで6か7がよいでしょう。
- Aggressive decoding level : Deep Searchで使われるスレッシュホールドを決めます。値が大きくなると、確実性の低いメッセージも表示するようになります。
- Two-pass decoding : 1回目のデコード処理で得た信号を受信信号から引き算し、2回めのデコードを行います。

Miscellaneous

- Degrade S/N of .wav fileに正の値を入れると、.wavファイルを再生するときに疑似乱数ノイズを重畳させます。ノイズの影響を正確に測定するためには、Receiver bandwidthに正確な値を入れる必要があります。
- TX delayにデフォルト値の0.2秒を超える値を設定すると、PTTをONにしてからオーディオを送信し始めるまでの時間を長く取ることができます。



送受信切替リレーや外部プリアンプにダメージを与えないため、ハードウェアシーケンサを使うことを強くお勧めします。

- x2 Tone Spacing、x4 Tone Spacing : 送信信号を通常の2倍のトーンスペースで生成します。この機能は送信する前にオーディオ波形を半分または4分の1に整形する専用のLF/MF送信機で使います。

FT4、FT8、MSK144 メッセージの生成

- コンテストのメッセージ自動生成機能を設定できます。ARRLフィールドデーでは免許クラスとARRL/RACセクションを入力します。ARRL RTTY Roundupでは、州またはプロビンスを入力します。米国、カナダ以外の局はDXと入力します。RTTY Roundupにおいて、アラスカとハワイの局はDXと入力します。
- FT8 DXpedition mode : DXペディション局はFoxをチェックします。呼び側はHoundをチェックします。DXペディションモードの説明書を熟読してください。

4.9. ダークモード

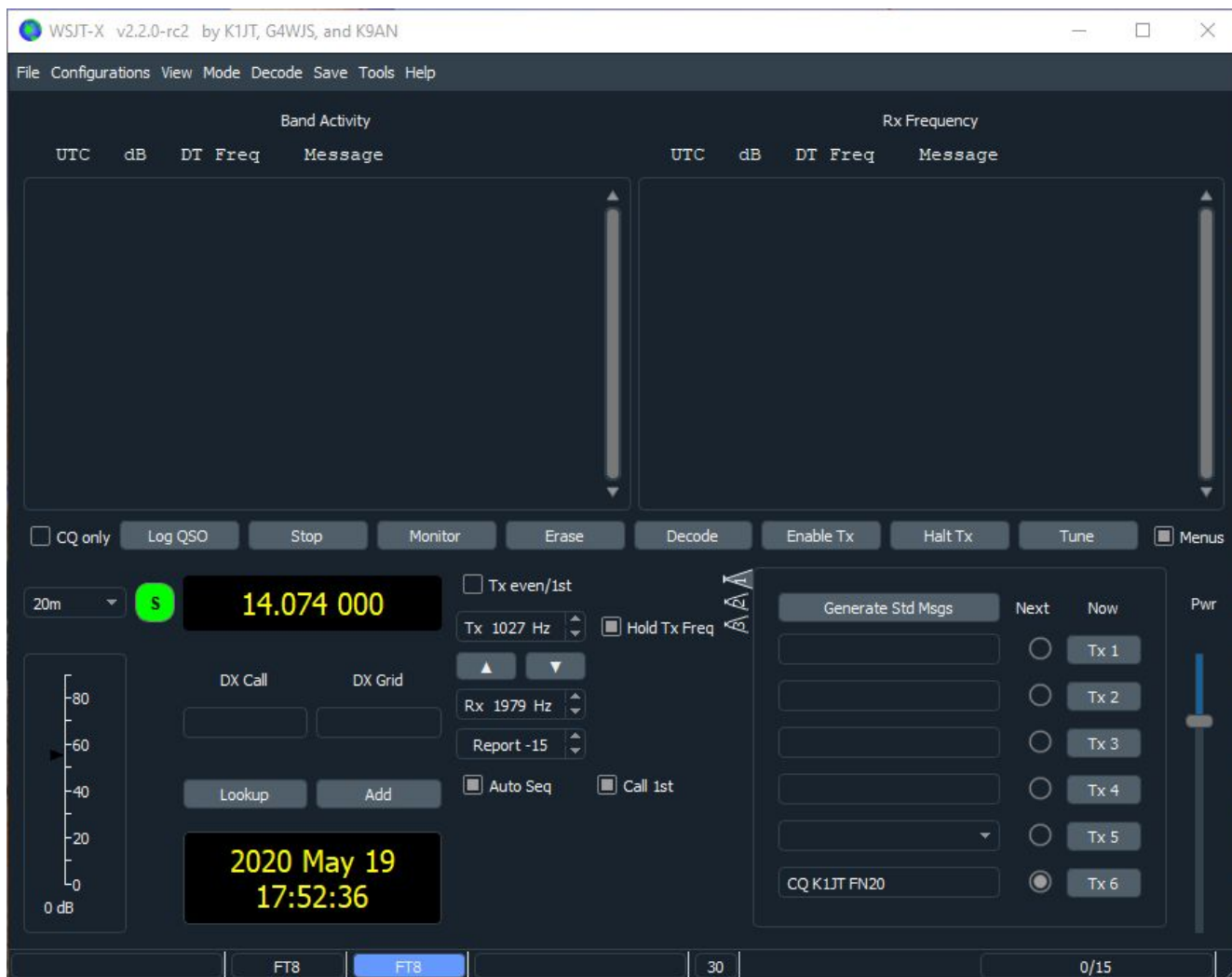
ダークモードオプションが用意されています。ダークモードでは自分の好きな配色を設定することで、より効果的になります。WindowsとLinuxでは以下のように起動オプションを付けます。

```
wsjtx --stylesheet :/qdarkstyle/style.qss
```

macOSでは、以下のオプションを付けます。

```
open /Applications/wsjtx.app --args -stylesheet :/qdarkstyle/style.qss
```

OSによりますが、次のような表示になります。



5. トランシーバーの設定

受信機の雑音レベル

- 緑色になっていないときは、Monitorボタンを押して受信を開始します。
- トランシーバーのモードがUSBまたはUSB Dataになっていることを確認します。
- 無信号時に、左下のレベルインジケータが30dB付近になるよう、受信機の音量、パソコンの入力レベルを調節します。AGCはオフにするか、AGCがほとんどかからないように、RFゲインを調節するのがよいでしょう。



通常、PCのオーディオ・ミキサーは2つのスライダーがあります。それぞれのアプリ固有の音量を決める方は、最大にセットします。もう一方のマスターレベルを調整する方のスライダーで加減するのがよいでしょう。

バンド幅と周波数設定

- トランシーバーのUSBモードで、バンド幅が設定できる場合は、およそ5kHzを上限に、できるだけ広くとってください。WSJT-XのウォーターフォールでJT65とJT9の信号両方が一度に受信できます。広く受信することで、VHFやそれ以上のバンドでも、バンド内に広がっているかもしれないFT8、JT4、JT65、QRA64信号を受信するときに便利です。
- 2.7kHzより狭いSSBフィルタしか使えないときは、一つのモードのサブバンドしか受信できないでしょう。

送信機のオーディオレベル

- 主画面のTuneボタンを押し、無変調一定トーン音を送信します。
- 無線機のモニタ機能を使って、このトーンにクリック音やその他の雑音が含まれないことを確認してください。パソコンで別のタスク（メールを見たり、Web ブラウズしたり）を走らせても、トーンが乱れないかテストします。
- 主画面右端のPwrスライダーで出力を調節します。最高出力より若干下がったところが適切なオーディオドライブレベルです。
- Tuneボタンをもう一度押すか、Halt Txを押して、送信を終了します。

6. 基本操作

このセクションでは、とくにJT9、JT65、FT8に重点を置いて基本的な操作とWSJT-Xの動作を説明します。2018年後半では、HFの運用がJT65・JT9からFT8中心へかわってきています。6.6節のFT8の説明を熟読してください。

6.1. 主画面設定

- 主画面のStopボタンをクリックし、すべてのデータ取得を停止します。
- ModeメニューからJT9を選びます。さらにDecodeメニューからDeepを選びます。
- オーディオTx周波数とRx周波数を1224Hzにセットします。

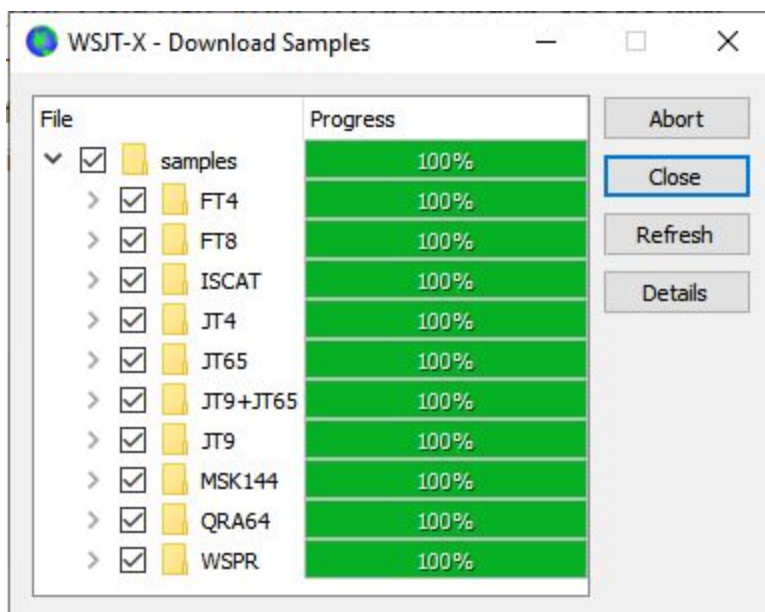


スライダーやスピナーは上下左右キーやページUp/Downキーで操作することもできます。マウスホイールも使用できます。直接数字をタイプすることもできます。

- Decodeボタンの下にあるTab 2から送信メッセージを選びます。

6.2. サンプルのダウンロード

- HelpメニューからDownload samplesを選択します。
- 下の図のように、サンプルの幾つか、あるいは全部をダウンロードします。ここでは、少なくともJT9とJT9+JT65のファイルをダウンロードしましょう。



6.3. 広域グラフ設定

- Bins/Pixel = 4
- Start = 200Hz
- N Avg = 5
- Palette = Digipan

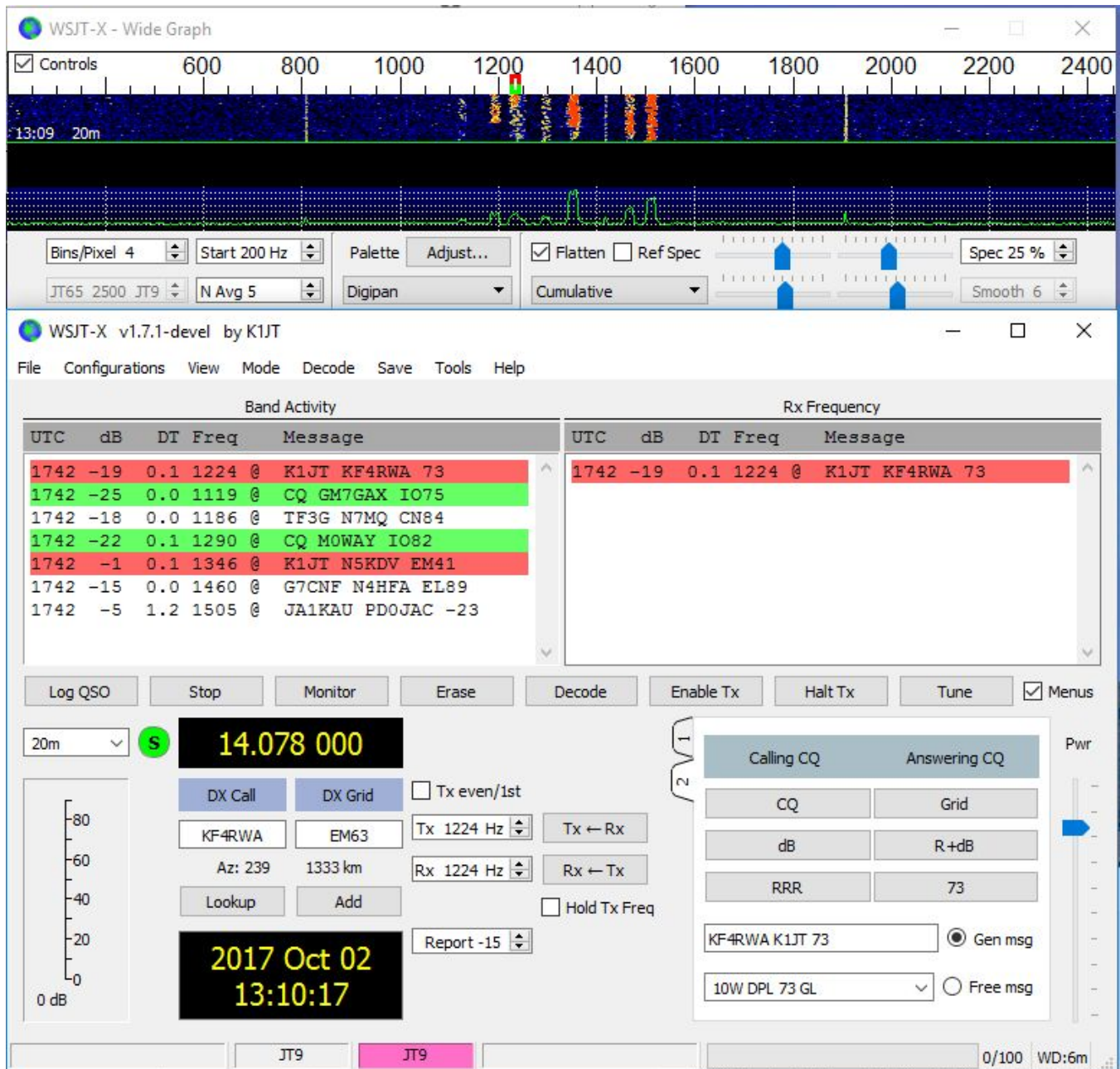
- Flatten = checked
- Cumulativeを選択
- GainとZeroスライダーは中央付近
- Spec = 25%
- マウスを使って、Wide Graphの上限を2400Hz付近に設定

6.4. JT9

My Callに自分のコールサインの代わりにK1JTと入れてみるとわかりやすいでしょう。そうすると、自分のパソコン上で以下の図と同じ表示がされるはずです。

Wave Fileを開く

- File | Openをクリック、...\save\samples\JT9\130418_1742.wavを選びます。すると次のような動きになります。



デコード

デコードは2段階に行われます。最初に、ウォーターフォールの上に緑のU字で示された周波数で行われます。結果はBand ActivityとRX Frequencyに表示されます。次に、すべての周波数レンジでデコードが行われます。赤のマーカーはあなたの送信周波数を示しています。

サンプルには7つのJT9信号が含まれています。すべてがデコード可能です。KF4RWAはK1JTとのQSOを終了するところでした。彼の信号は緑色Uの字で示された1224Hzにあり、RX Frequency内にK1JT KF4RWA 73というメッセージが最初に表示されています。他のメッセージはBand Activity内に表示されています。CQは緑色に、自分のコールサイン（この例ではK1JT）が含まれている場合は赤色で表示されます。

デコード制御

QSO中の操作を体験するためにデコードされたテキストやウォーターフォールをクリックしてみましょう。

- 緑色の行をダブルクリックしてみます。すると以下の動作が始まります。
 - CQを出している局のコールサインとグリッドロケータがDX CallとDX Gridに格納されます。
 - 標準QSOのためのメッセージが生成されます。
 - TX evenが自動的にチェックされたりチェックが外れたりすることにより、奇数分送信、もしくは偶数分送信の設定が自動的になされます。
 - Rxの周波数マーカーがCQを出している局の周波数へ移動します。
 - 右下のGen Msgボタンが選択されます。
 - ダブルクリックすると、上のすべての動作を行い、さらにEnable Txをオンにします。自動的に送信が開始されます。
 - ダブルクリックの動作を変更できます。シフトキーを押しながらダブルクリックすると送信周波数だけが移動します。コントロールキーを押していると、受信送信両方の周波数が移動します。



Hold Tx Freqをチェックしておけば、Tx 周波数を固定できます。

- 赤くハイライトされているK1JT N5KDV EM41をダブルクリックしてみましょう。上と同じような動作になりますが、異なるのはシフトキーまたはコントロールキーを押さない限り、赤いマーカーの送信周波数が移動しないことです。CQへの応答、QSOから引き続き呼ばれる場合など、自分の送信周波数を動かしたくないときに使います。
- ウォーターフォールのどこかをクリックしてみましょう。そこが受信周波数となり、緑のマーカーが表示されます。
- Shiftを押しながらクリックすると、そこに送信周波数がセットされます。赤のマーカーが表示されます。
- Ctrlを押しながらクリックすると、送信受信周波数がそこにセットされます。
- ウォーターフォール上でダブルクリックすると、受信周波数がそこにセットされ、狭帯域デコードが始まります。デコードされたメッセージは右のウィンドウのみに表示されます。
- Ctrlを押しながらダブルクリックすると、送信受信周波数がそこにセットされ、そこでデコードが開始されます。
- Eraseボタンをクリックすると、右側ウィンドウがクリアされます。
- Erase ボタンのダブルクリックすると、両方のウィンドウがクリアされます。

6.5. JT9+JT65

主画面

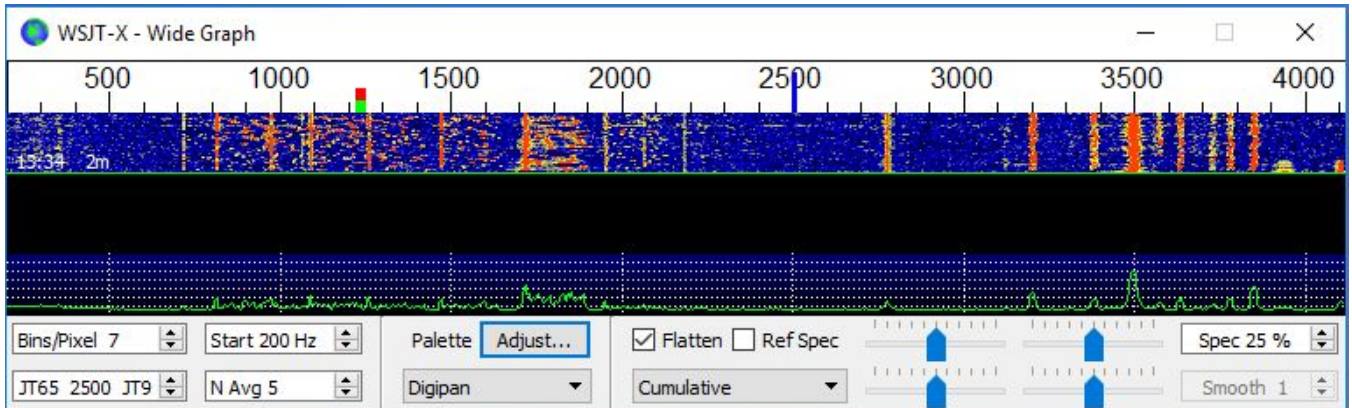
- ModeメニューでJT9+JT65を選択。
- Tx modeボタンをトグルさせ、TX JT65を読みます。送受信周波数を1718Hzに設定します。
- Eraseボタンをダブルクリックし、両ウィンドウをクリアします。

Wide Graph設定

- Bins/Pixel = 7
- JT65....JT9 = 2500
- Wide Graphウィンドウの幅を最大4000Hzになるように変更。

Waveファイルを開く

- File | Openから...\save\samples\JT9+JT65\130610_2343.wavを選ぶと次のように動作します。



青のマーカの位置はJT65 nnnn JT9スピナーの境を示します。ここでnnnnはオーディオ周波数です。JT9+JT65モードでは、この境より上のJT9信号をJT9としてデコードします。JT65信号は境に限らず全域でデコードします。

JT9信号はCumulativeで見ると、16Hz幅の四角い形状のスペクトラムで表示されることがわかります。JT65の同期信号とは違い、その同期信号ははっきりとわかりません。便宜的にJT9とJT65の信号の周波数はその左エッジで表されます。

このサンプルファイルは17個のデコード可能な信号を含んでいます。そのうち9個がJT65信号、8個がJT9信号です。テキストウィンドウでは、JT65に#が、JT9には@がついているので容易に区別できます。マルチコアCPUをもつパソコンでは、JT65とJT9のデコードが同時並行して行われるため、デコード結果の順番は混ざっています。Band Activityウィンドウにはすべてのデコード結果が表示されています。緑色がセットされている信号は優先的にデコードされ、その結果はRX Frequencyウィンドウにも表示されます。

Band Activity					Rx Frequency				
UTC	dB	DT	Freq	Message	UTC	dB	DT	Freq	Message
2343	-1	0.6	1718 #	BG THX JOE 73	2343	-1	0.6	1718 #	BG THX JOE 73
2343	-8	0.3	3196 @	WB8QPG IZOMIT -11					
2343	-18	1.0	3372 @	KK4HEG KE0CO CN87					
2343	-7	0.3	815 #	KK4DSD W7VP -16					
2343	14	0.1	3491 @	CQ AG4M EM75					
2343	-20	-1.4	3567 @	CQ TA4A KM37					
2343	-16	0.2	3627 @	CT1FBK IK5YZT R+02					
2343	-10	0.4	975 #	CQ DL7ACA JO40					
2343	-23	0.3	3721 @	KF5SLN KB1SUA FN42					
2343	-8	0.7	1089 #	N2SU W0JMW R-14					
2343	-17	0.1	3774 @	CQ M0ABA JO01					
2343	-10	0.7	1259 #	YV6BFE F6GUU R-08					
2343	-9	1.6	1471 #	VA3UG F1HMR 73					
2343	-14	1.3	1951 #	RA3Y VE3NLS 73					
2343	-2	0.2	3843 @	EI3HGB DD2EE JO31					
2343	-21	1.8	1064 #	WU7B K9EEI 73					
2343	-19	0.3	2065 #	K2OI AJ4UU R-20					

- マウスクリックが前回の例と同じように動作することを確認してみてください。WSJT-Xは自動的にJT9とJT65を判別します。



ウォーターフォール上の信号をダブルクリックすると、たとえ、JT9がJT65周波数領域にはいっていても、正しくデコードします。送信モードは自動的に受信モードと同じにセットされます。JT65信号を選ぶときは、左側の同期トーンをクリックしてください。

- 815Hz付近のW7VPからのJT65信号をダブルクリックしてみましょう。RX Frequencyウィンドウにメッセージが表示されます。UTCとFreqコラムの間にS/N比がdBで表示されます。DTは自分のパソコンのクロックとどのくらいズレているかを示しています。

UTC	dB	DT	Freq	Mode	Message
2343	-7	0.3	815	#	KK4DSD W7VP -16

- 3196Hz付近をダブルクリックしてみましょう。IZOMITからのJT9メッセージがデコードされます。

UTC	dB	DT	Freq	Mode	Message
2343	-7	0.3	3196	@	WB8QPG IZOMIT -11

- Band Activityウィンドウをスクロールバックし、CQ DL7ACA JO40をダブルクリックしてみましょう。TX modeがJT65になり、送受信周波数はDL7ACAの送信周波数である975Hzにセットされます。もし、SetusメニューのDouble-click on call sets Tx Enableにチェックが入っていると、DL7ACAとのQSOを自動開始します。

- CQ TA4A KM37のメッセージをダブルクリックしてみましょう。送信モードはJT9にセットされ、周波数は3567Hzになります。TA4AとのJT9モードを使ったQSO開始の準備が整いました。

最初のサンプルファイルをもう一度開く

- File | Openから...\save\samples\130418_1742.wavを選びます。

WSJT-XのDual-modeをフルに活かすためには、受信機のバンド幅が最低4KHz必要です。すぐにこのデータは大体200Hzから2400Hzのより狭い範囲で録音されたことに気づかれたはずです。もし自分の受信機に2.7KHzより広いフィルターがない場合は、この例のような設定にする必要があるでしょう。Bins/Pixel とグラフィックウィンドウの表示範囲を調節して、受信可能バンドだけをうまく表示するようにするとよいでしょう。このケースでは0Hzから2400Hzです。ファイルを再度開いて画面を再描画するとわかりやすいかもしれません。

このファイルに記録されている信号はすべてJT9モードです。JT9+JT65モードでデコードするときには、JT65 nnnn JT9分離マーカを1000Hz以下に設定する必要があります。

ウォーターフォール制御

では、Startとウォーターフォールのゼロポイントの設定を見てみましょう。Startはウォーターフォール左端の周波数を決めています。ウォーターフォールのゲインも見やすいように調整してみましょう。調整中はFlattenをオフにしたほうがよいかもしれません。Wavファイルを再度開いて調整の前と後を比べるとよいでしょう。

6.6. FT8

主画面

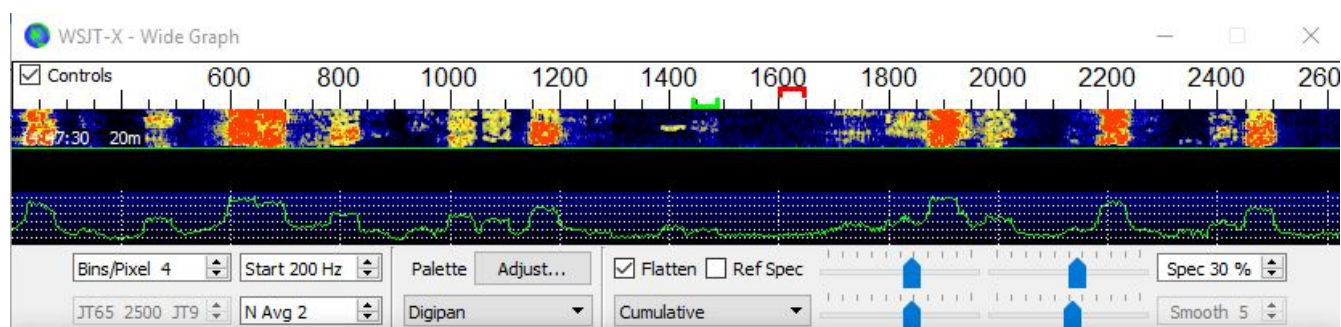
- ModeメニューからFT8を選ぶ
- Eraseボタンをダブルクリックして両側のテキストウィンドウをクリア

Wide Graph設定

- Bins/Pixel = 5、Start = 100Hz、N Avg = 2
- Wide Graphの表示範囲を調節し、最高周波数を3300Hz付近にセット

Wave ファイルを開く

- File | Openから...\save\samples\FT8\181201_180245.wavを選ぶと、以下の図に示すような表示になります。この音声サンプルはFT8ラウンドアップコンテスト中に録音しました。したがって、ほとんどの送信メッセージはRTTYラウンドアップフォーマットになっています。



WSJT-X v2.0.0 by K1JT

File Configurations View Mode Decode Save Tools Help

Band Activity

UTC	dB	DT	Freq	Message
180245	2	0.1	232 ~	K8RGI W6BQ 73
180245	-23	0.2	325 ~	CQ RU K1BAA DM03 U.S.A.
180245	-8	0.0	446 ~	CQ RU W7BOB DN14 U.S.A.
180245	11	0.1	600 ~	KV4ZY NX8G 539 OH
180245	8	0.2	652 ~	KV7J WD9HSY 529 IL
180245	-2	0.5	786 ~	N8HRZ W7CD 73
180245	-20	0.1	841 ~	W7PP AF4T 539 TN
180245	-16	0.1	923 ~	XE1MEX KE7MSU 549 OR
180245	-3	0.1	1000 ~	XE1MEX N0UX 559 CO
180245	4	0.6	1151 ~	KC8YDS KF6CRW R 559 ID
180245	-17	0.1	1442 ~	K1JT 9A2JK RR73
180245	-13	0.3	1719 ~	W3RGA KJ7G 529 WA
180245	-8	0.1	1799 ~	N9CIF KE0PX DM67
180245	13	0.1	1879 ~	W3RGA KM6JD RR73
180245	-6	0.1	1980 ~	CQ RU NT2A FN20 U.S.A.
180245	8	0.2	2189 ~	N9LF WV4P R 529 TN
180245	2	0.2	2454 ~	WB3LGC AA5AU R 529 LA
180245	-6	-0.0	754 ~	CQ UW5EJX/MM
180245	-11	-0.1	462 ~	HI8DL KB9A 559 FL
180245	-16	0.2	1248 ~	W1ATV F6DKQ 73
180245	0	0.1	1898 ~	N0TA K7STO R 579 WA

- ウォーターフォールのどこかをマウスでクリックすると、その周波数に受信周波数がセットされ、緑のマーカーが移動します。
- シフトキーを押したままクリックすると、送信周波数がセットされ、赤のマーカーが移動します。
- コントロールキーを押したままクリックすると、赤と緑のマーカーが移動します。
- ダブルクリックすると、赤と緑のマーカーが移動し、その周波数付近にデコーダ周波数がセットされます。
- バンドアクティビティウィンドウ内のいずれかの線をダブルクリックしてみましょう。どの線を選んでも同じような処理になるはずです。受信周波数が選んだメッセージに変更されますが、送信周波数は変化しません。送信受信両方の周波数を変更したいときはコントロールキーを押しながらダブルクリックします。



パイルアップに参加している他の局とのQRMを避けるため、CQを出している局から周波数をずらして呼ぶのが良いでしょう。そのときは、空いている周波数で送信します。



FT8デコーダは重なり合った複数の信号を同時にデコードすることがたびたびあります。Shift+F11とShift+F12を使えば、あなたの送信周波数を60Hzステップで上下することができます。



ZL2IFBがまとめたFT8に関するヒントが[ここに](#)紹介されています。

FT8 DXペディションモード

このモードは高レートでQSOを行うことを目的として用意されました。全員がWSJT-Xバージョン1.9以降を使わなければなりません。詳しい使い方はFT8 DXペディションモード解説書を読んでください。解説書を読まずに使わないこと。



DXペディションモードは珍しいエンティティのDXペディションで時間当たり100QSO以上の高レート交信を実現するためのものです。これ以外で使わないこと。また、FT8のサブバンドで使わないこと。DXペディションで使うときは、バンドプランに則した周波数を選び、周知させること。送信電波の周波数はダイヤル周波数より4KHz高くなるケースがあることに留意。



My Callを自分のコールサインに戻すのを忘れないように。

6.7. FT4

FT4はHF帯と50MHzのコンテストをターゲットとして開発されました。FT8と比べ、3.5dB感度が低く、1.6倍のバンド幅を使用します。しかし、理論的には2倍の速度でQSOが出来ます。

Main Window :

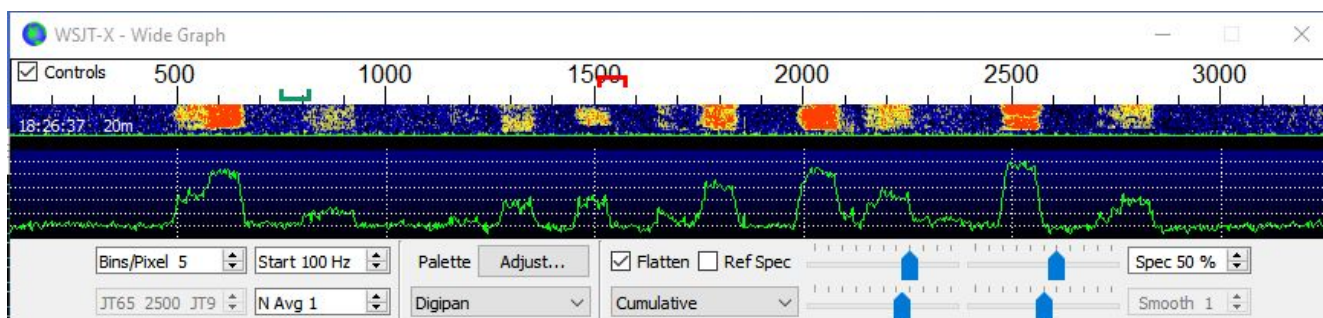
- ModeメニューでFT4を選択
- Eraseをダブルクリックしてテキストウィンドウをクリア

Wide Graph :

- Bins/Pixel = 5、Start = 100Hz、N Avg = 1
- Wide graphの幅を調整し、最高周波数を3300Hz付近に設定

Waveファイルを開く :

File|Openで、\save\samples\FT4\200514_182053.wavを開く。次のような表示が出てくるでしょう。このサンプルファイルはコンテストテスト期間中に録音されたもので、ほぼすべてがRTTY Roundupメッセージ形式をとっています。



WSJT-X v2.2.0-rc2 by K1JT, G4WJS, and K9AN

File Configurations View Mode Decode Save Tools Help

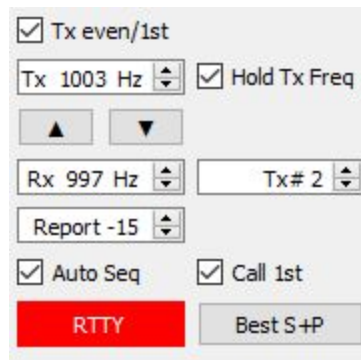
Band Activity

UTC	dB	DT	Freq	Message
182053	6	0.1	581 +	VE7SA F5RRS -11
182053	-11	0.0	857 +	<...> SP7MOW R-15
182053	-7	-0.0	1285 +	K9IA HI8RMQ R-11
182053	-6	-0.1	1464 +	CQ F5PBG IN78
182053	-14	0.0	1655 +	CQ DX W3FOX FM19
182053	0	0.0	1768 +	CQ NA F6JON JN05
182053	7	0.5	2013 +	CQ LB8IB JO59
182053	-2	0.6	2189 +	EK1RR SP2WGB JO94
182053	-16	0.0	2314 +	CQ LZ2RR KN12
182053	10	0.1	2492 +	CQ EA3NP JN11
182053	-5	0.2	2768 +	KC3LEE OO9A R-09
182053	1	0.4	584 +	K2FD K4DAY -03
182053	-14	-0.0	807 +	PY7KG DL8UNO -08
182053	-14	0.0	1746 +	CQ IZ8EYN JM89
182053	3	-0.0	1999 +	WA6LAU W6OAT +01
182053	-8	0.0	2155 +	NQ6N SM6MDF JO68
182053	-12	-0.1	2712 +	2E0GXQ AA3B +03
182053	-14	0.2	2237 +	CQ N2YBB FN30

- ウォーターフォールのどこでもよいのでクリックします。緑色の受信周波数マーカーがその場所に移動します。メイン画面の受信周波数制御表示部分がその周波数を表示します。
- 同じことを今度はシフトキーを押しながらやってみてください。赤色の送信周波数マーカーがその場所に移動することがわかります。
- 同じことを今度はコントロールキーを押しながらやってみてください。送信受信両方のマーカーが移動します。
- バンドアクティビティウィンドウのデコードされたメッセージをダブルクリックします。受信周波数マーカーがその局の周波数に移動します。送信周波数マーカーは移動しません。送信受信両方の周波数を変えるときはコントロールキーを押しながらダブルクリックします。

Best S+P Button :

FT4のユーザインターフェイスでは「Best S+P Button」が用意されています。



受信時に Best S+P ボタンを押すと、受信したすべてのCQメッセージを調べます。コンテストという観点から最も有効なCQを選び出し、あたかもそのメッセージをダブルクリックしたかのようにその局を呼び出します。新しいマルチを最優先とし、新しいマルチがないときは、そのバンドで未交信の局を優先とします。現状、新しいマルチは新しいDXCCを意味します。ARRL RTTY Roundupなどで用いられるもっと広意義の新しいマルチについては、今後実装されていくでしょう。そのバンドの新しいグリッド、信号強度などによる優先度についても、今後実装されていくでしょう。

Best S+Pをうまく利用するためには、なにがベストかということをきちんと定義する必要があります。Settings | Colorsタブの色付けの種類と順番でBest S+Pの相手を優先付けします。コンテストごとに別の設定が必要になってくるでしょう。RTTY Roundupでは、上から、My Call in message、New DXCC、New Call on Band、CQ in message、Transmitted messageの順番に設定するのがおすすめです。



Shift+F11やShift+F12を使うことで、送信周波数を90Hzずつ下げたり上げたりすることができます。



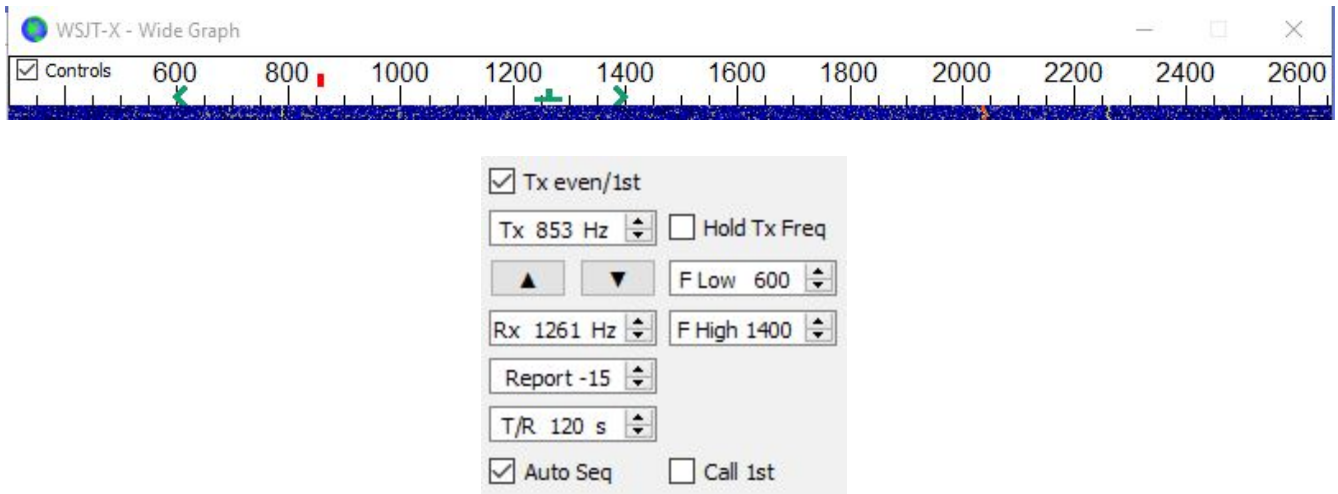
すばやくキーボード操作ができるように Settings|Generalタブの Alternate F1-F6 bindingsを使うことができます。コンテストのような運用スタイルをするには、F1を叩いてCQを出すことができます。同様に、F2からF5はTx2からTx5のメッセージに対応しています。詳細については、FT4のプロトコルとデジタルコンテストのセクションを参照してください。



My Callを自分のコールサインに戻すのを忘れぬように。

6.8. FST4

FST4をFT4と混同しないでください、全く違う目的のモードですから。FST4はLFとMFバンドで2-way QSOをするために開発されました。FSTの使い方は、他のモードとよく似ており、同じようなスクリーン制御、自動シーケンスを持っています。しかしながら、2200mと630mバンドの運用をやりやすくするためいくつかのユーザー制御が追加されています。F Low と F Highとラベル付けされたスピンボックスを使って、FST4デコーダが解読を試みる周波数範囲を設定することができます。この範囲は、同時にワイドグラフ上で緑色の<>で表示されます。



QRMや他のモードが混在してくるとデコードに要する時間が増加しますので（そしてデコードできなくなってしまう）、デコードする周波数範囲はなるべく狭くしておいたほうがよいでしょう。File | Settings | GeneralタブのSingle decodeをチェックし、Rx Freqの上下F Tolの範囲をデコードするように制限することもできます。

6.9. FST4W

FST4Wiは

7. QSOの手順

7.1. 通常のQSO手順

交信成立として認められるためには、最低、コールサインの交換、シグナルリポート（またはそれに準ずるもの）の交換、及び了解確認を行わなければなりません。WSJT-Xはこれを満たすためのメッセージを交換できるように作られています。

推奨QSOパターンは以下のようになります。

CQ K1ABC FN42	#K1ABCがCQを出す
K1ABC G0XYZ IO91	#G0XYZが応答
G0XYZ K1ABC -19	#K1ABCがレポートを送る
K1ABC G0XYZ R-22	#G0XYZが了解（R）とレポートを送る
G0XYZ K1ABC RRR	#K1ABCが了解（RRR）を送る
K1ABC G0XYZ 73	#G0XYZが73を送る

標準メッセージは2つのコールサイン（または CQ、QRZ、DE とコールサイン一つ）、送信局のグリッドロケータ、シグナルレポート、または了解「RRR」もしくはサインオフ「73」から構成されます。メッセージは圧縮され、効率よくエンコードされます。最大22文字まで送ることができます。RRRを送るかわりに、RR73 を送っても良いでしょう。RR73は、アマチュア局がまずもって存在しないであろうグリッドロケータを使って表現しています。

シグナルレポートは標準ノイズバンド幅2500Hzにおいて、信号ノイズ比をdB単位で表現します。ここに示した例では、K1ABCがG0XYZに対し、信号がバンド幅2500Hzノイズ電力に対し-19dBであるとレポートしています。同じようにG0XYZはK1ABCに対し-22dBのレポートを送っています。JT65では-30dBから-1dBの間で表示されます。JT9では、-50dBから+49dBで、強い信号に対しても信頼度の高い表示ができるようになっています。



良い耳を持っているオペレータであれば、-15dBあたりから、実際の信号が耳で聞こえます。ウォーターフォールでは、-26dB程度まで信号を見ることができます。デコード可能最小レベルは、およそFT8で-20dB、JT4で-23dB、JT65で-25dB、JT9で-27dBです。



速攻QSOを実現するためのオプションが用意されています。NowかNextの下 Tx1 をダブルクリックすることで、Tx1ではなくTx2のメッセージでQSOを開始することができます。Tx4をダブルク

リックすることで、RRRを送るかRR73を送るかを選択できます。繰り返し送らなくてよいと自信があるときだけ、RR73を使いましょう。

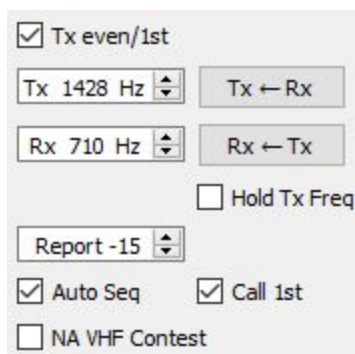
7.2. 任意のテキストメッセージ

「TNX ROBERT 73」や「5W VERT 73 GL」のような自由文はスペースを含めて13文字まで送ることができます。最後の73 メッセージの代わりに、フレンドリーな気の利いたメッセージを送る局も多いようです。メッセージの中に/を使うことは避けましょう。WSJT-Xが複合コールサインと思ってデコードすることがあるためです。もっとも、JT4、JT9、JT65は長い会話やラグチューに適さないことは明白です。

7.3. 自動QSO手順

スローモードであるJT4、JT9、JT65、QRA64は、相手局の信号を受信し終わってから自分が送信し始めるまで約10秒間の余裕があります。デコードされたメッセージを読み、どのような応答を返すか考えるに十分な時間でしょう。ところが15秒で送受信が切り替わるFT8では、2秒ほどしか考える時間がありません。そのため、基本的なQSO手順を自動で行う機能を備えました。

主画面のAuto Seqをチェックするとこの機能がオンになります。



CQを出すときは、Call 1stをチェックするのもいいでしょう。チェックするとWSJT-Xが自動的に最初にデコードした応答局とQSOを開始します。



Auto Seqがチェックされているときは、一回のQSOが終了するたびに、Enable Txがオフになります。WSJT-Xでは、完全自動QSOは行いません。

7.4. コンテストメッセージ

FT4、FT8とMSK144は、NA VHF コンテストと EU VHFコンテストに特化したメッセージをサポートしています。FT4とFT8では、さらにARRLフィールドデーとARRL RTTY Roundup、そしてWW Digi コンテストもサポートしています。デコーダは、いかなる時も、これらのコンテストメッセージを判読できます。Settings | Advancedタブで設定します。以下に、それぞれのコンテストの交信例を示します。

NA VHF コンテスト

CQ TEST K1ABC FN42

K1ABC W9XYZ EN37

W9XYZ K1ABC R FN42

K1ABC W9XYZ RRR

W9XYZ K1ABC 73

コールサインに/Rを付加することもできます。また、RRRの代わりにRR73を使うこともできます。その場合73は必ずしも必要ではありません。」

EU VHF コンテスト

CQ TEST G4ABC IO91

G4ABC PA9XYZ JO22

<PA9XYZ> <G4ABC> 570123 IO91NP

<G4ABC> <PA9XYZ> R 580071 JO22DB

PA9XYZ G4ABC RR73

コールサインに/Pを付加することができます。



シグナルレポート、シリアルナンバー、6桁のグリッドロケータのメッセージについては、WSJT-X v2.2で変更されました。従来のWSJT-Xと互換性はありません。EU VHF Contestに参加するときは、WSJT-Xをアップデートしてください。

ARRL フィールドデー

CQ FD K1ABC FN42

K1ABC W9XYZ 6A WI

W9XYZ K1ABC R 2B EMA

K1ABC W9XYZ RR73

ARRL RTTY Roundup

CQ RU K1ABC FN42

K1ABC W9XYZ 579 WI

W9XYZ K1ABC R 589 MA

K1ABC W9XYZ RR73

WW Digi Contest

CQ WW K1ABC FN42

K1ABC S52XYZ JN76

S52XYZ K1ABC R FN42

K1ABC S52XYZ RR73

コンテストのQSOは通常両方の局でログインされていないと有効とは認められません。Not-In-Log (NIL)にならないようにするため、FT4、FT8、MSK144でのコンテストでは、以下に注意してください。

- Settings | Generalタブにある Alternate F1-F6 の使い方を習熟する。
- RRR、RR73、73を受信したときは必ずQSOをログインする。
- 自分がRR73または73を送って、それが相手方に伝わったと自信があるときはQSOをログインする。しかし、万ー受信されていないことが分かれば、対応する。たとえば、Tx3メッセージ（Rとコンテストナンバー）を再び受信したときは、F4を押してRR73をもう一度送る、など。

7.5. 非標準コールサイン

FT8とMSK144

xx/K1ABCやK1ABC/xのような複合コールサイン、及びYW18FIFAのような特殊なイベントコールサインは、通常のQSOではサポートされますが、コンテストではサポートされないケースがあります。次に例を示します。

```
CQ PJ4/K1ABC
      <PJ4/K1ABC> W9XYZ
W9XYZ <PJ4/K1ABC> +03
      <PJ4/K1ABC> W9XYZ R-08
<W9XYZ> PJ4/K1ABC RRR
      PJ4/K1ABC <W9XYZ> 73
```

複合コールサインと非標準コールサインは自動的に認識され、特別なメッセージフォーマットで取り扱われます。<>で囲まれるコールサインと囲まれないコールサインが同じ行に出てきていることに注目してください。もしメッセージがグリッドロケータか数字の信号レポートを含む場合は、複合コールサインか非標準コールサインが<>に囲まれます。それ以外のケースでは、どちらかのコールサインが<>で囲まれます。

<>で囲まれたコールサインは、コールサイン情報が平文で送られるのではなく、より少ないビットのハッシュデータで送られることを意味します。ごく最近平文でコールサインを受信した局は、このハッシュデータからフルコールサインを復元し表示します。そうでない場合は、<...>と表示します。VHFコンテストで用いられる/Pや/Rを含む複合コールサインを除き、WSJT-X 2.2では、複合コールサイン同士のQSOをサポートしていません。



非標準コールサインを使うと不便なことがあります。メッセージに入れられる情報が限定されます。たとえば、グリッドロケータを入れられなくなり、PSK Reporterの有効性を下げてしまいます。

JT4、JT9、JT65とQRA64

72ビットペイロード形式では2通りの方法で複合コールサインを取り扱います。

タイプ1 複合コールサイン

Helpメニューからもっともよく使われる350のプリフィックスとサフィックスのリストを見ることができます。このリストに含まれるコールサインは3番目のメッセージ部分に置き換えられて送信されます。次に示すのは有効なメッセージ例です。

CQ ZA/K1ABC
CQ K1ABC/4
ZA/K1ABC G0XYZ
G0XYZ K1ABC/4

次に示すのは無効な例です。3つ目のワードはタイプ1 複合コールサインでは認められません。

ZA/K1ABC G0XYZ -22 #These messages are invalid; each would
G0XYZ K1ABC/4 73 # be sent without its third "word"

タイプ1 複合コールサインでのQSO例を示します。

CQ ZA/K1ABC ZA/K1ABC G0XYZ
G0XYZ K1ABC -19 K1ABC G0XYZ R-22
G0XYZ K1ABC RRR K1ABC G0XYZ 73

最初のコールサイン交換時のみ、古コールサインを送り、以後はZA/を付けずに交信しているところに注意してください。

タイプ2 複合コールサイン

リストに載っていないプリフィックスやサフィックスをもつコールサインはタイプ2 複合コールサインとして扱われます。複合コールサインは、2ワードか3ワードからなるメッセージの2番目のワード部分に入らなければなりません。さらに1番目のワードはCQ、DE、QRZのどれかでなければなりません。プリフィックスは1から4文字、サフィックスは1から3文字で使うことができます。次の例は有効なタイプ2 複合コールサインを含むメッセージです。

CQ W4/G0XYZ FM07
QRZ K1ABC/VE6 DO33
DE W4/G0XYZ FM18
DE W4/G0XYZ -22
DE W4/G0XYZ R-22
DE W4/G0XYZ RRR
DE W4/G0XYZ 73



送信中にあなたの送っているメッセージがStatus Barに表示されます。自分が送りたいメッセージと合致しているか確認しましょう。

タイプ2 複合コールサインを含むQSO例を以下に示します。

```
CQ K1ABC/VE1 FN75
    K1ABC G0XYZ IO91
G0XYZ K1ABC -19
    K1ABC G0XYZ R-22
G0XYZ K1ABC RRR
    K1ABC/VE1 73

CQ K1ABC FN42
    DE G0XYZ/W4 FM18
G0XYZ K1ABC -19
    K1ABC G0XYZ R-22
G0XYZ K1ABC RRR
    DE G0XYZ/W4 73
```

複合コールサインを使うときは、規則に則り、最初のCQを出すときと73を送るときにフルコールサインを使うのがよいでしょう。途中のメッセージ交換時にはプリフィックスやサフィックスを付けずに送るのがよいでしょう。



複合コールサインを使うときに、Settings | GeneralタブのMessage generation for type 2 compound callsign holdersオプションを試して、うまくメッセージが生成されるかどうかテストしてみるとよいでしょう。

7.6. QSO前の確認

- あなたのコールサインとグリッドロケータが正しく設定されていること
- PTT とCATを使う場合は、正常に動作するよう設定されていること
- パソコンの内部時計がUTCに対して±1秒以内の誤差でセットされていること
- オーディオデバイスがサンプル周波数48000Hz 16ビットに設定されていること
- 無線機のモードがUSB (Upper Side Band) に設定されていること
- 無線機のフィルタが一番広く設定されていること (最大5kHz)



FT4、FT8、JT4、JT9、JT65、WSPRは高出力を必要としません。HFではQRP運用を心がけましょう。

8. VHF+ 機能

WSJT-XはVHF帯以上のバンドに適したいろいろな機能を有しています。

- FT4: コンテスト用モード
- FT8: 微弱でフェージングのある信号であっても、すばやくQSOするモード
- JT4: マイクロ波バンドのEME用モード
- JT9 fast modes : VHFバンドでのスカッター通信用モード
- JT65 : VHF、またはそれより高い周波数でのEME
- QRA64 : EME用モード
- MSK144 : 流星散乱通信用モード
- ISCAT : 航空機散乱通信用モード
- Echo : EMEで自分の電波を検出、測定するためのモード
- Doppler tracking : 1.2GHz以上でEMEを行うときに利用
- JT4、JT9、JT65、FT8、QRA64 自動シーケンスオプション

8.1. VHF設定

VHF-and-up機能を有効にするには :

- Settings | GeneralタブのEnable VHF/UHF/Microwave featuresとSingle decodeをオンにします。
- EMEでは、Decode after EME delayを調節し、受信信号の長い遅延に対応するようにします。
- 無線機が周波数制御可能であり、自動ドップラー追跡を使うときは、Allow Tx frequency changes while transmittingをオンにします。この機能を使える無線機は、IC-735、IC-756PROII、IC-910H、FT-847、TS-590S、TS590SG、TS-2000（Revision 9 以降のFirmware）Flex-1500、Flex-5000、HPSDR、Anan-10、Anan-100、KX3などが知られています。1Hzステップで周波数が変わるとよりよい効果が得られるでしょう。

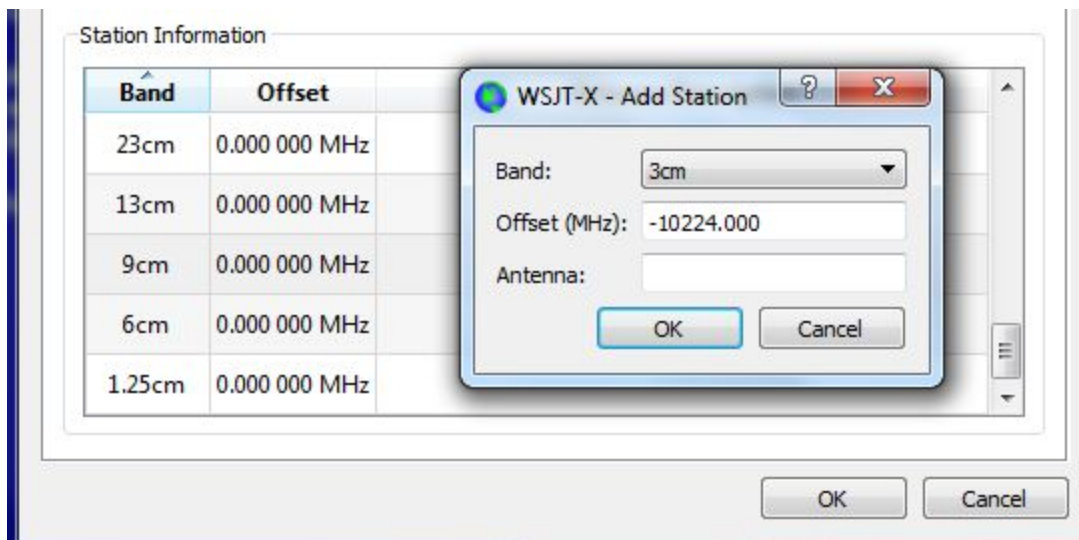


もしあなたの無線機が送信中に周波数を変更するコマンドを受け付けない場合は、送信開始と終了のちょうど中間時点の値を使って送信周波数を調整します。

- RadioタブでSplit Operationをオンにする。RigがFake itを両方試してみて、自分のケースに合う方を選んでください。
- 主画面の右側でTab1を選び、従来のフォーマットを使う。

主画面はそれぞれのモードによって必要な表示を行うよう変化します。

- トランスマーターを使うときは、Settings | Frequenciesでオフセットを入力します。オフセットは（トランシーバーのダイヤル読み値）－（送信周波数）で定義されます。たとえば、144MHzの無線機を親機として10368MHzで送信する場合は、Offset = 144 – 10368 = -10224.000になります。表にすでにバンドが登録されている場合は、オフセットをダブルクリックして自分で入力できます。そうでなければ、右クリックから新しいエントリーを追加してください。



- ViewメニューでAstronomical dataから、月の方向追跡とドップラー追跡の情報が表示できます。ウィンドウ右側の情報はDoppler trackingをオンにすると表示されるようになります。

2018 Feb 08

UTC: 18:42:24

Az: 356.0

El: -53.9

SelfDop: -441

Width: 13

Delay: 2.71

DxAz: 11.4

DxEl: -58.5

DxDop: -254

DxWid: 14

Dec: -16.2

SunAz: 265.8

SunEl: -15.6

Freq: 1296

Tsky: 5

Dpol: 10.6

MNR: 0.6

Dgrd: -2.5

☒ Doppler tracking

Doppler tracking

☐ Full Doppler to DX Grid

☐ Own Echo

☐ Constant frequency on Moon

☐ On DX Echo

☐ Call DX

☒ None

Sked frequency

Rx: 1,296.065 000

Tx: 1,296.065 000

Press and hold the CTRL key to adjust the sked frequency manually with the rig's VFO dial or enter frequency directly into the band entry field on the main window.

File Configurations View Mode Decode Save

Single-Period Decodes

UTC	dB	DT	Freq	Message
1837	-6	3.6	993	##
1838	-1	1.1	1025	##
1839	-1	-0.5	1052	##
1840	-9	-2.8	1003	##
1841	-1	-3.4	974	##

☐ CQ only

23cm ● 1,296.065 000

80

60

40

20

0

41 dB

DX Call

HB9Q

Az: 128

Lookup

DX Grid

JN47cg

840 km

Add

2018 Feb 08
18:42:24

Receiving
HNY
JT65 C

5通りのドップラー追跡方法が備わっています。

- Full Doppler to DX Grid : もし交信相手の場所を知っていて、かつ相手がDoppler制御をなにもしていないとき選択
- 自分のエコーを使うときはOwn Echoを選択します。送信周波数は動かずそれがSked周波数になります。自分の送信周波数をアナウンスし、自分のエコーを聞くときに使えます。
- Constant frequency on Moon : 1方向のドップラーシフトを修正する場合に選択。もし、相手局も同じことを行っている場合は、両方でドップラー補正をしなければなりません。さらに、このオプションを使ってワッチすれば手動で周波数補正しなくてもよくなります。
- On Dx Echo : 相手局が自動ドップラー追跡を使っていない場合、そして自分の送信周波数をアナウンスし、その周波数を聞いている場合に使います。クリックすると自動的に最適な受信周波数を設定します。送信時は、相手局が受信している周波数に合うように送信周波数を設定します。QSOが進んでも、相手局は受信し続けられるようにドップラー偏移を追跡します。
- Call DX : 最初にドップラーモードをNoneにセットし、相手局を手動で探したあと、Call DXを選択します。バンド中を相手局をダイヤルを回しながら探したり、SDR表示を使って探します。無線機を制御するにはたいていコントロールキーを押す必要があるでしょう。Call DXが押された瞬間、あなたの信号が、相手の受信している周波数にうまく合うように送信周波数を調整されます。
- このウィンドウに表示されるいろいろな値についてはAstronomical Data節を参照してください。

8.2. JT4

JT4は2.3GHzとそれ以上のマイクロ波を使ってEME通信を行うために開発されました。

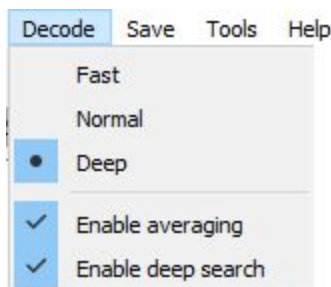
- ModeメニューからJT4を選択します。中央部分はこのように表示されます。

The screenshot shows a control panel for JT4 with the following elements:

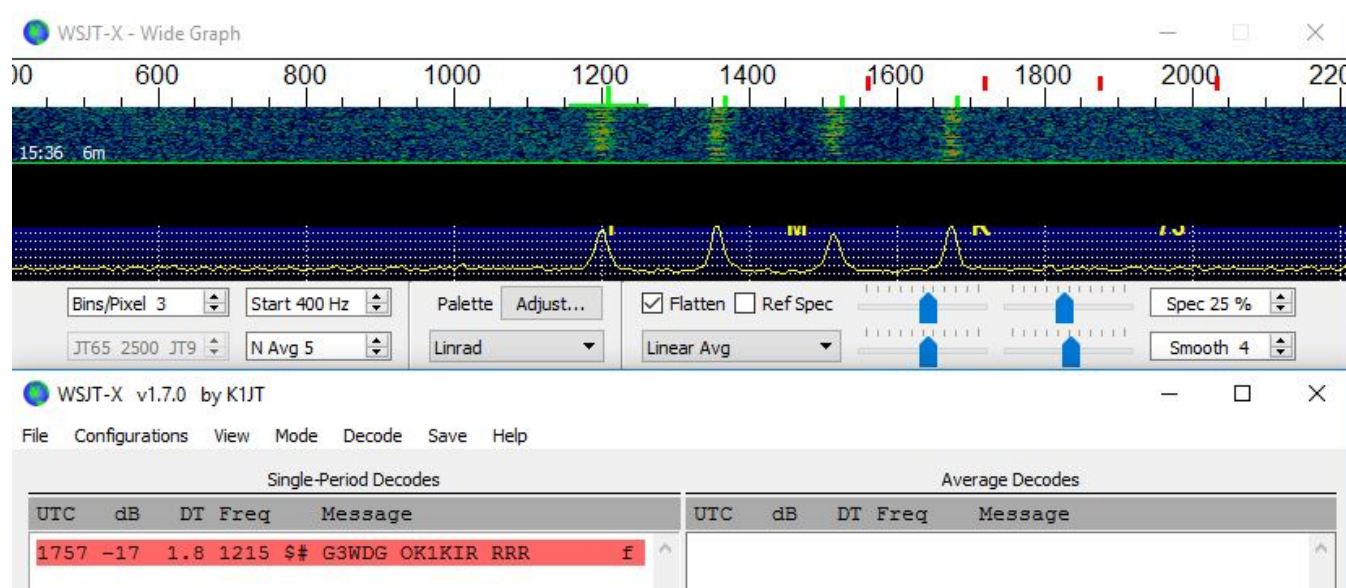
- ☐ Tx even/1st
- Tx 1000 Hz (spin box) and Tx ← Rx (button)
- Rx 1000 Hz (spin box) and Rx ← Tx (button)
- F Tol 100 (spin box) and ☐ Hold Tx Freq
- Report -15 (spin box) and Submode F (spin box)
- Sync 0 (spin box)
- ☒ Sh and ☐ Tx6

- Submodeを選びます。Submodeは送信トーン周波数間隔を決めます。JT4Fは5.7と10GHzバンドのEMEに使います。
- JT4のショートメッセージを使うときは、Shをチェックします。チェックするとTx6で1000Hzのトーンを生成し、最初に信号を見つけやすくします。Tx6ボックスをクリックするごとに1000Hzと1250Hzが切り替わります。

- DecodeメニューからDeepを選びます。Enable averagingとEnable deep searchも選ぶことができます。



次のスクリーンショットは10GHzでJT4Fを使ったEME QSOの例です。

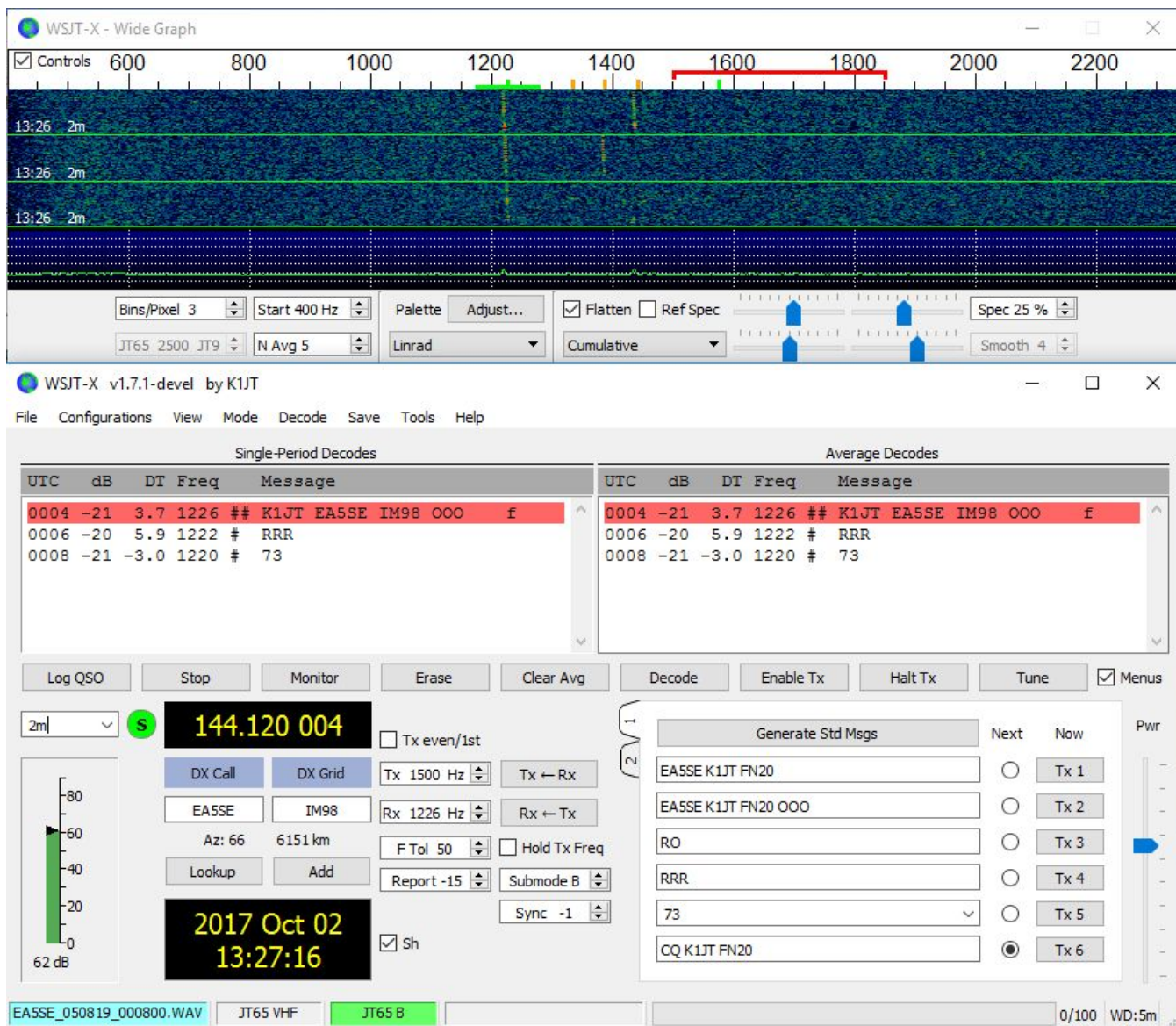


8.3. JT65

VHF帯、そしてそれより高い周波数でのJT65を使ったQSOはHF帯でのQSOとほとんど同じです。しかし、違いについても明確にしておく必要があります。通常、VHF/UHFでの運用では、パスバンド中に1つ（あるいは2つや3つの場合もあるかもしれませんが）の信号しかないということです。Settings | GeneralでSingle decodeをオンにするのがよいでしょう。Two pass decodingの必要性はほとんどありません。OOO信号レポート、RO、RRR、73などのEMEで使われるレポートフォーマットを使用します。Shボックスをチェックすると、送信時に自動的に生成されます。

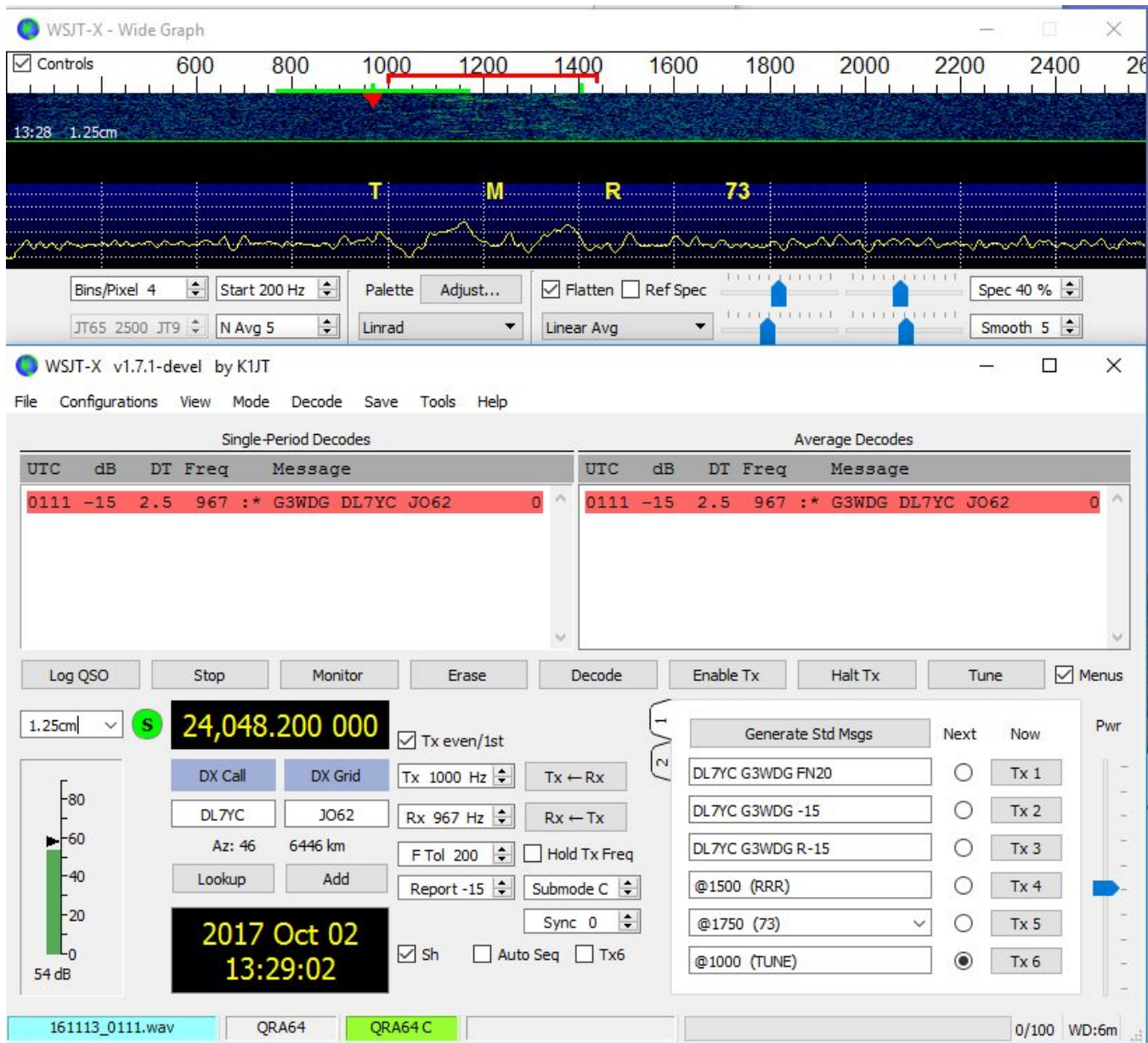
DecodeメニューのDeepをオンにすることを忘れないように。Enable averagingとDeep searchも必要に応じてオンにしてください。

次のスクリーンショットはJT65Bを使った144MHz EME QSOです。ウォーターフォールのマーカーに注目してください。1220Hzの緑色マーカーはQSO周波数（JT65の同期信号周波数）とF ToIレンジを示します。1575Hzの緑色マーカーはJT65の一番高いトーン位置を示します。オレンジ色のマーカーはRO、RRR、73のTwo-tone信号を示します。



8.4. QRA64

QRA64はVHF以上のバンドのEME通信用に開発されました。操作自体はJT4やJT65と似ています。次のスクリーンショットは24GHz EME通信でDL7YCの信号をG3WDGが記録した模様です。ドップラースプレッドは78Hzもあるため、信号自体は十分強いのですが、ウォーターフォールでは、はっきり見えません。赤い三角マークは約967Hzで同期してデコード出来たことを示しています。



QRA64はコールサインデータベースを使いません。そのかわり、自分のコールサインとCQにエンコードされた情報「a priori (AP)」を使います。QSOが進むにつれ、コールサインや4桁のロケータ番号などのAP情報が増えていきます。デコーダは常にAP情報を使わずにデコードを開始します。もし失敗したときは、AP情報を参照しながらデコードを試みます。それぞれのメッセージの12個の6ビットシンボルについて確度を計算し、12個すべてで曖昧性がないとき、デコード成功と認識します。

EME通信ではシングルトーンからなる短縮形QRA64メッセージを使うことがあります。Shをチェックするとこれを自動生成します。Tx6を選択すると1000Hzのシングルトーンを発生し、最初に信号を見つけやすくします。これはQRA64の信号はウォーターフォールのなかでなかなか見つけにくいからです。Tx6をクリックするたびに1000Hzと1250Hzが切り替わり、あなたがメッセージを受信可能であることを相手局に知らせます。



QRA64は受信パスバンド中の1つの信号のみをデコードしようと試みます。もし、たくさんの信号がある場合は、ターゲット信号をダブルクリックしデコードしてください。



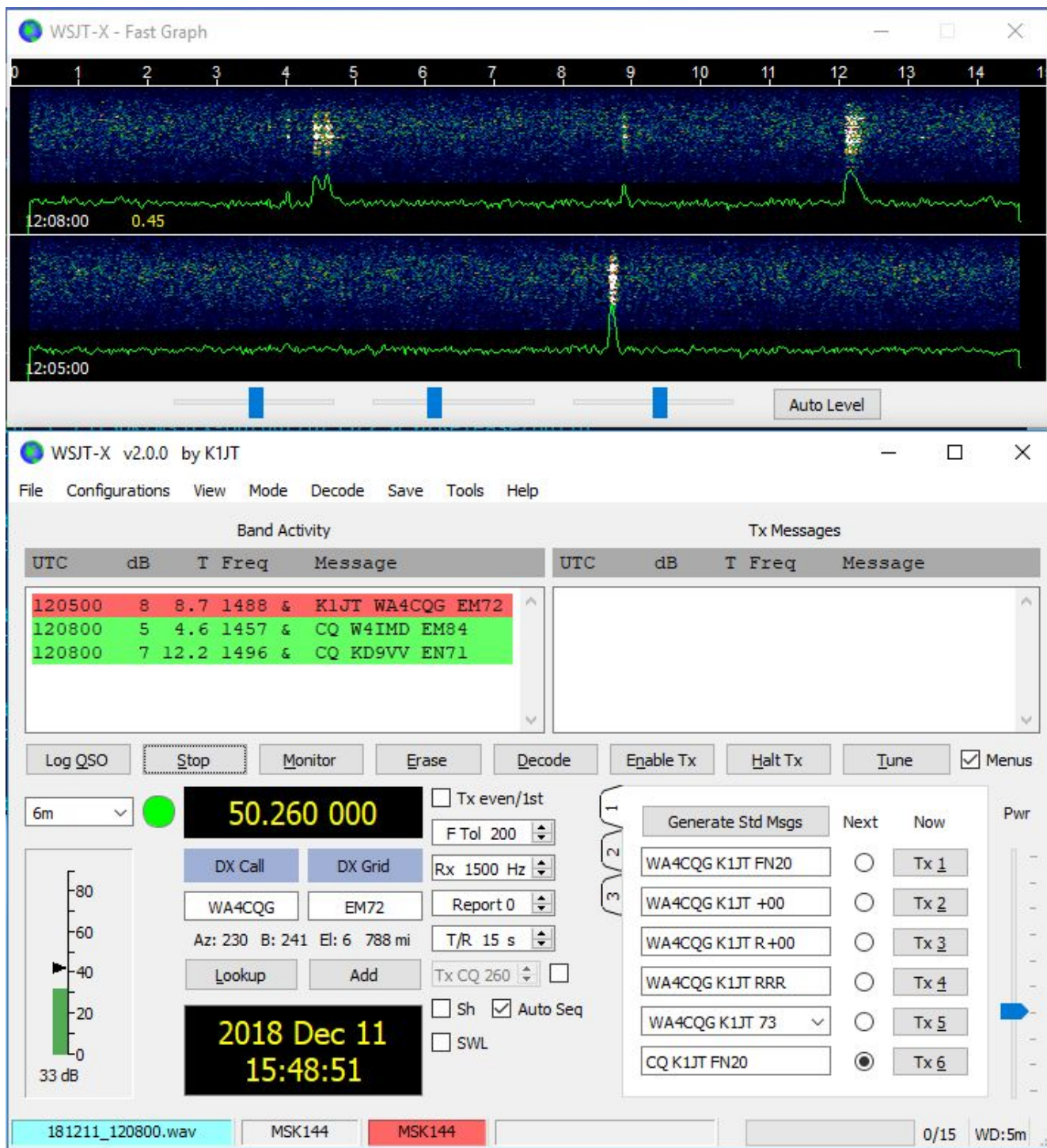
G3WDGによる[「マイクロ波のQRA64を使ったQSO」](#)が参考になります。

8.5. ISCAT

ISCATは数秒間にわたる振幅が一定でない弱い信号に適したモードです。10GHzの航空機散乱通信がよい例です。ISCATのメッセージはフリーフォーマットで、文長は1文字から28文字です。エラー訂正は、ありません。

8.6. MSK144

2100km（1300マイル）以下の離れた地点間でVHF帯を使った流星散乱通信はいつでも行うことができます。QSOは、朝より夜のほうが長い時間かかります。周波数が高ければそれだけ長くかかります。最長距離に近づけば近づくほど、長くかかります。それでも、100Wにシングル八木アンテナでもQSOすることができます。次のスクリーンショットは、異なる3局がMSK144で交信している15秒間を捉えたものです。

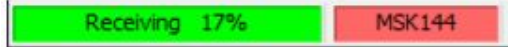


他のWSJT-Xモードとは異なり、MSK144デコーダはリアルタイムで動作します。デコードされたメッセージは、信号を受信してから、ほぼ瞬時に表示されます。

MSK144を使うときは

- ModeメニューからMSK144を選択。
- DecodeメニューからFastを選択。

- オーディオ受信周波数をRx 1500Hzにセット。
- 周波数許容範囲を F Tol 100 にセット。
- T/R Sequence Durationを15秒にセット。
- パソコンの能力とデコード深さを合わせるため、Monitorをクリック。ステータスバーに表示されるパーセンテージを観察。



- この例では、17%ですが、MSK144リアルタイムデコーダに使われる時間余裕を示しています。100%に比べて、十分小さい値であれば、デコード深さをFastからNormal、あるいはFastからDeepへ変更できます。またF Tolを100から200Hzへ上げてみましょう。



最近のマルチコアCPUであればDeepとF Tol 200の処理でも容易にこなすことができます。古いパソコンでは、FastかNormalを使ってください。その場合、Deepに比べ、若干デコードロスがあります。

- 15秒で送受を切り替えるために、メッセージをすばやく選択する必要があります。Auto Seqをオンにすると、パソコンが受信したメッセージを見て、自動的に次のステップで何を行うか判断します。
- 144MHzとそれ以上の周波数帯においては、Tx3、Tx4、Tx5にショートフォーマットのメッセージが有効です。ショートメッセージは20ミリ秒です。通常メッセージは72ミリ秒です。メッセージの内容は、コールサインではなく、2つのコールサインのハッシュ値（12ビット）、プラス4ビットの信号レポート、Acknowledgement（RRR）、またはSign-off（73）になります。特定の相手だけがショートメッセージを解読できます。メッセージは<>で囲まれて表示されます。

CQ K1ABC FN42

K1ABC W9XYZ EN37

W9XYZ K1ABC +02

<K1ABC W9XYZ> R+03

<W9XYZ K1ABC> RRR

<K1ABC W9XYZ> 73



50MHzや70MHzでショートメッセージを使うメリットはありません。これらのバンドでは、標準メッセージが伝搬するのに十分な散乱時間があります。標準メッセージを使えば、誰でも、聞こえていれば、QSO内容をワッチできます。

8.7. Echo モード

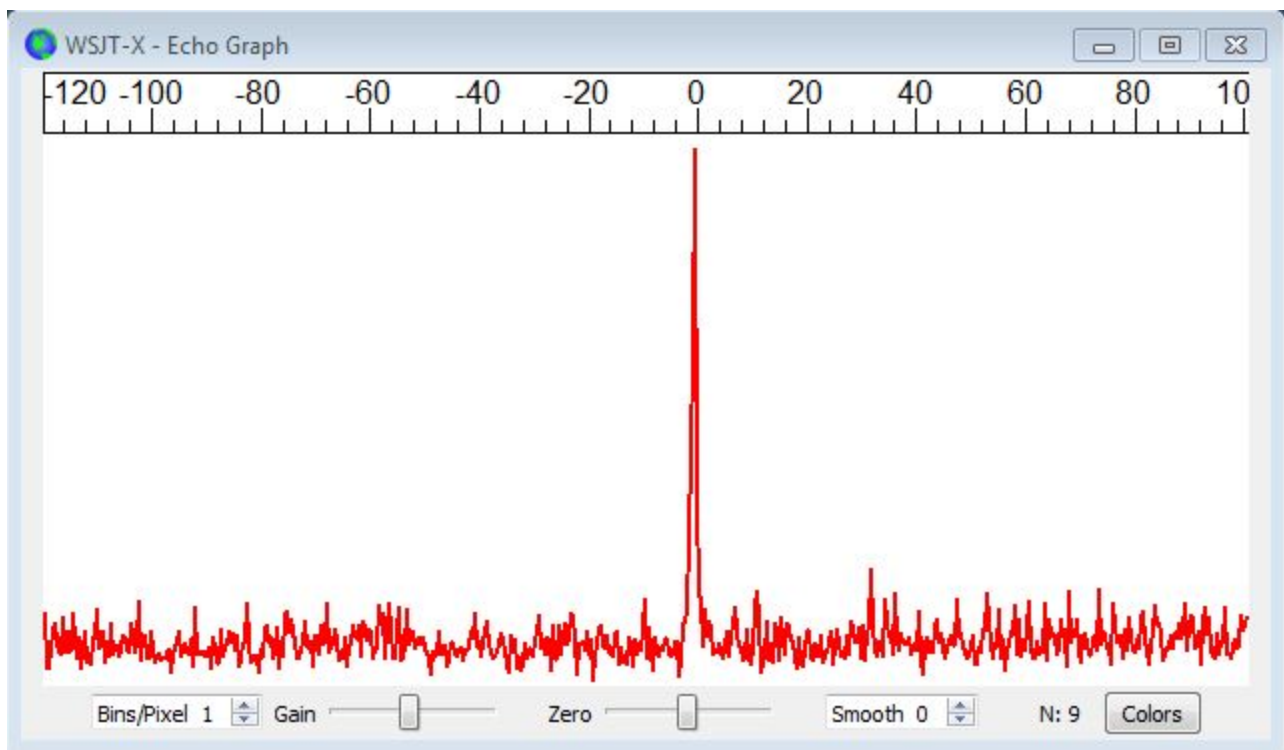
Echoモードは自分自身の非常に弱いEME反射信号を測定するために開発されました。ModeメニューからEchoを選びます。アンテナを月に向けます。クリアな周波数を選びます。Tx Enableを押します。するとWSJT-Xは次の動作を6秒ごとに繰り返し行います。

1. 1500Hzのトーンを2.3秒間送信。
2. 0.2秒待つ。

3. 2.3秒間受信。
4. 解析して結果を表示。
5. ステップ1に戻る。

Echoテストの手順：

- ModeメニューからEchoを選択。
- Astronomical DataウィンドウのDoppler trackingとConstant frequency on the Moonをオン。
- Settings | Radioタブのリグ制御をSplitにする。RigまたはFake it。
- Enable Txを押して、6秒で繰り返すテストシーケンスを開始。
- WSJT-Xがドップラーシフトを計算し、自動で補正します。下のスクリーンショットで示すように、ドップラーシフト補正によって自分のエコーが常に画面中央にきます。



8.8. EMEに関するヒント

現在のところ、50MHzではJT65A、144と430MHzではJT65B、1296MHzではJT65Cが用いられています。さらに周波数の高いマイクロ波ではJT65Cか、またはドップラー効果を考慮してQRA64やJT4が用いられます。JT4とJT65では、メッセージ平均化という同じメッセージを複数回受信して足し合わせる方法によって、1回の送信では限界となるSN比を下回る状況で、メッセージを正しく受信することができます。また、それらのモードでは、あらかじめわかっているコールサインを足がかりにするディープサーチという方法を持っています。JT65とQRA64では、a priori (AP)デコーディングと呼ばれるQSO中の情報を積み重ねることでメッセージをデコードする方法を提供します。以下の例はこれらの方法について説明するものです。

最初にWSJT-Xをこのように設定します。

Settings | General

- My Call = W9XYZ
- Enable VHF/UHF/Microwave features、Single decode、Decode after EME delayをすべてチェック。

Settings | Advanced

- Random erasure patterns = 7、Aggressive decoding level = 0、Two-pass decoding = チェックしない、Waterfall spectra = Most sensitive

主画面メニュー

- View = Message averaging
- Mode = JT65
- Decode: Deep を選択、Enable averagingをチェック、Enable deep searchをチェックしない、Enable APをチェック

主画面

- F Tol = 500、Rx 1500Hz、Submode = B、Sync = 0
- DX CallとDXGridを空白に

Wide graph

- Bins/Pixel = 3、N Avg =10
- ウィンドウ幅を少なくとも2400Hzまで表示できるように調整

サンプルファイルを

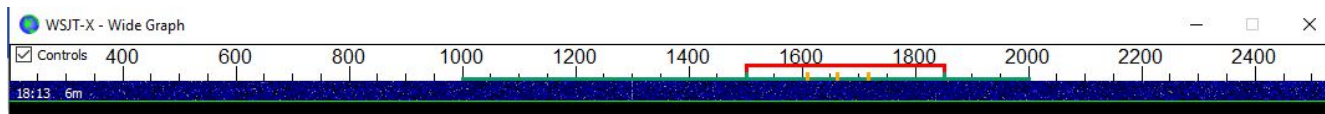
http://www.physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/wsjt-x-doc/wsjt-x-main-2.2.2.html#DOWNLOAD_SAMPLES

からダウンロード。File | Openから

\save\samples\JT65\JT65B\000000_0001.wav

を開きます。

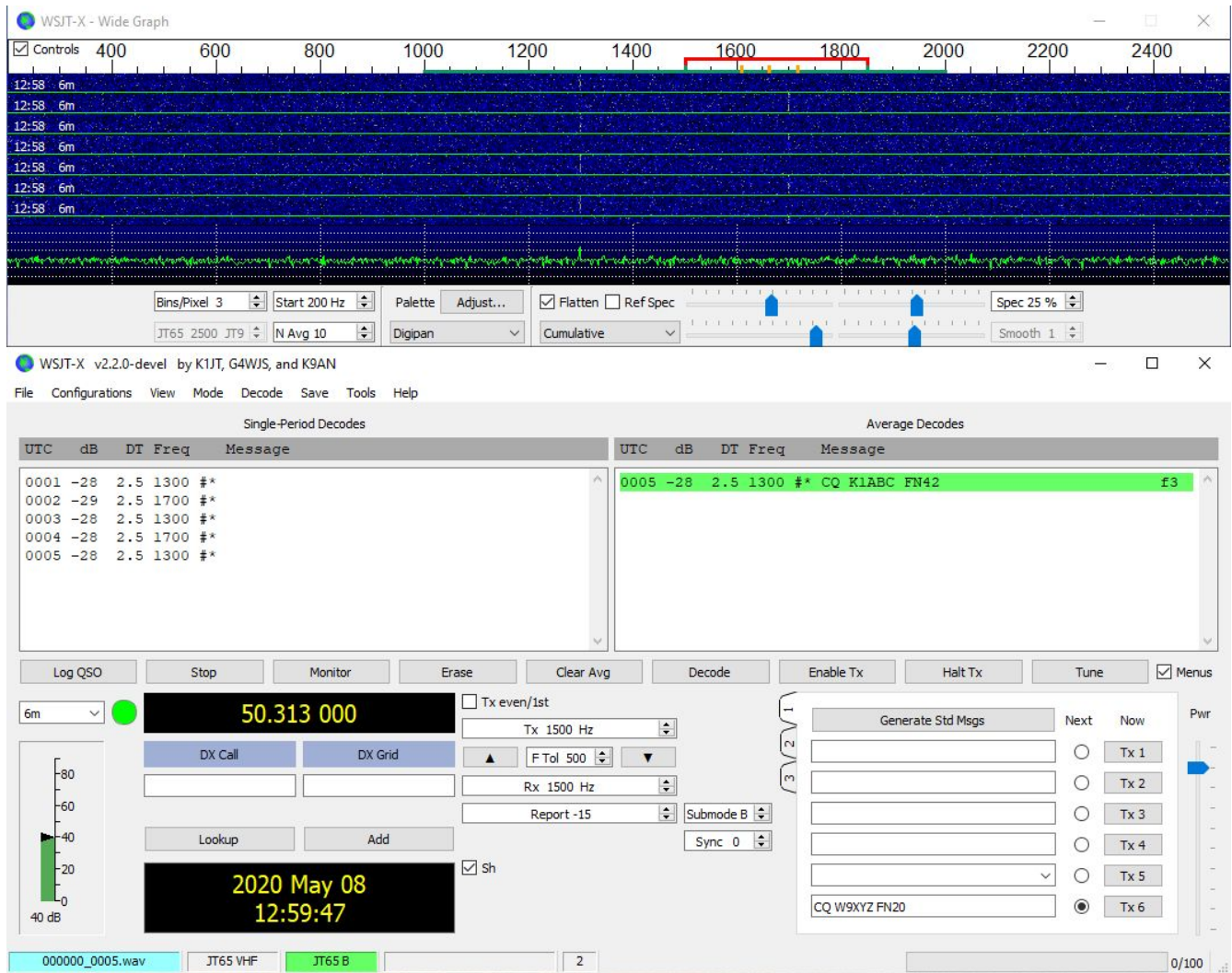
ウォーターフォールは下の絵のようになるでしょう。1300Hz付近に、かろうじて見える縦線が現れます。SN比 -26dBのJT65Bの同期信号です。



デコーダーはJT65の信号を見つけますが、メッセージはデコードできません。Single Period Decodesパネルに次の1行が現れます。

0001 -28 2.5 1300 #*

F6を繰り返し叩き、次々とファイルを読み込みます。5つのファイルを読み込んだ後はこのようになるでしょう。



CQ K1ABC FN42というメッセージがf3というタグを伴ってAverage Decodesパネルに表示されます。f3というのは、Franke-Taylorアルゴリズムによる3回の平均化処理によってデコードされたということを意味します。Message Averagingウィンドウには下のような表示が現れます。

UTC	Sync	DT	Freq	
\$ 0001	5.7	2.49	1300	*
. 0002	4.3	2.50	1700	*
\$ 0003	6.1	2.51	1300	*
. 0004	5.6	2.49	1700	*
\$ 0005	5.0	2.48	1300	*

\$は平均化デコードに使われた最も最近のデータを示します。

F6キーをたたいて6番目のファイルを読み込みます。すると、K1ABC G4XYZ IO91が行末にf3を伴ってAverage Decodesパネルに表示されると思います。

では、自分がK1ABCになってみましょう。Settings | GeneralタブのMy Call とMy GridにK1ABCとFN42を入力します。Clear Avgをクリックし、Eraseをダブルクリックして表示をリセットします。

000000_0002.wav と 000000_0004.wavの2つのファイルを開きます。今度は、K1ABC G4XYZ IO91がAverage Decodesパネルに表示されます。行末にはa22というラベルが付きます。それは、My Callがa priori (AP)として使われ、2回の受信データから平均化によってデコードされたことを示しています。

他のいろいろなMy Call、DX Call、DX Gridの組み合わせを使いながら、Decodeメニューのオプションを切り替えて実験してみるとよいでしょう。

9. WSPRモード

- ModeメニューからWSPRを選びます。主画面はWSPRモード用に再構成され、WSPRでは使わない幾つかの制御ボタンなどが非表示となります。
- Wide Graphを次のように設定します。



- マウスを使って主ウィンドウの縦横サイズを調節します。
- アクティブなWSPR周波数をセットします（例えば、10.1387MHz、14.0956MHz）。



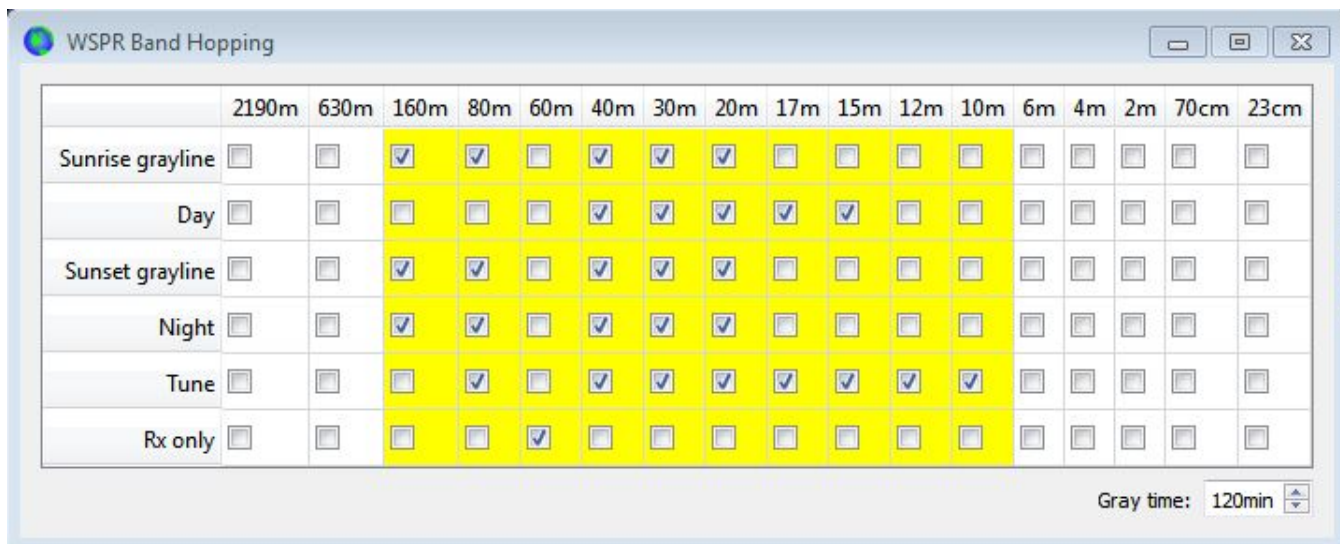
60mバンドで送信するときは、電波法に準拠するよう十分注意してください。

- Monitorボタンをクリックし、2分間のWSPR受信を開始します。
- もし、受信だけではなく送信もする場合は、Tx Pct（何%の時間を送信に費やすか）に適切な値をセットし、Enable Txボタンを押します。1回の送信も2分間ですが、送信開始は他の局と重なりにくいようにランダムに始まります。
- Tx Powerドロップダウンリストから送信出力を選択します。

9.1. バンドホッピング

CATを使うことで、ユーザの手を煩わせることなく、たくさんのバンドで伝搬実験を行えます。世界中のユーザが協調してバンドを変えることで、バンドオープンの状況をよりよく調査することができます。

- 主画面のBand Hoppingをオンにします。
- Scheduleをクリックし、WSPR Band Hoppingウィンドウを開き、時刻ごとのバンドを選びます。

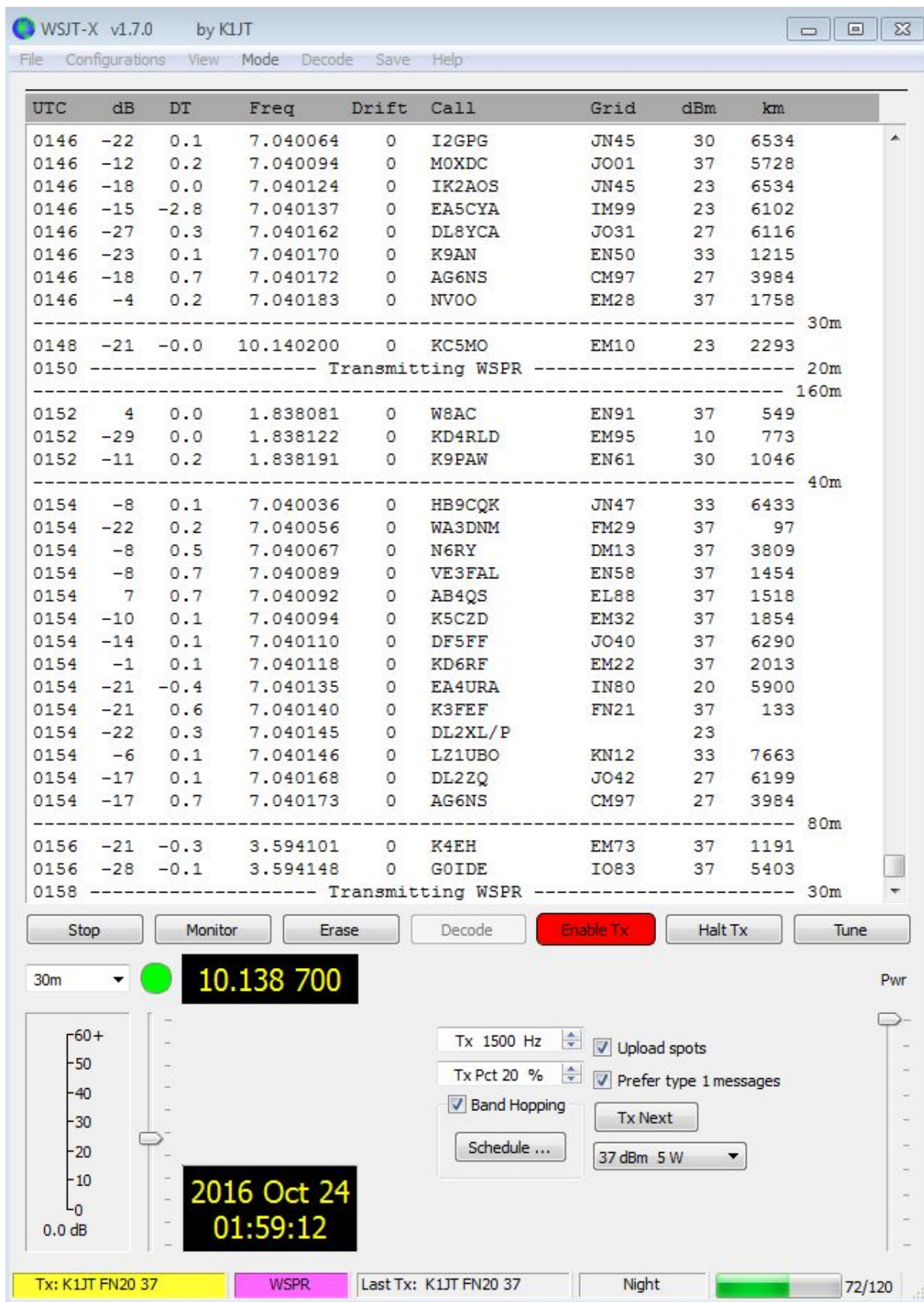


- バンドの切り替えは2分ごとに行われます。次のテーブルに従って20分サイクルでバンドが切り替わります。

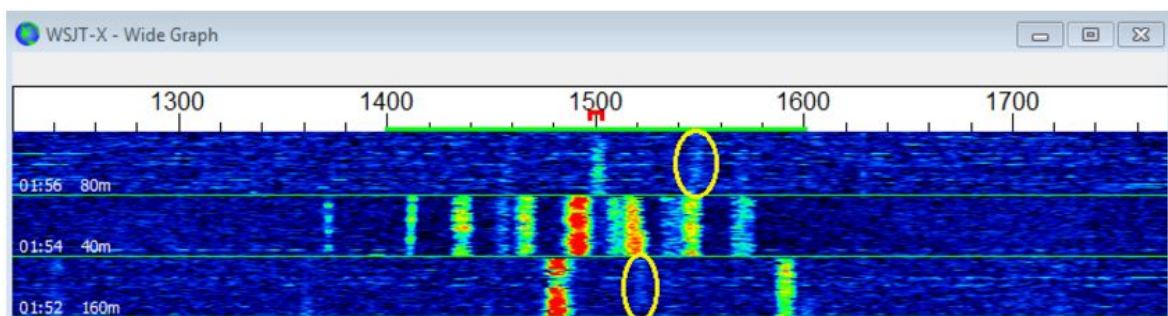
Band:	160	80	60	40	30	20	17	15	12	10
UTC minute:	00	02	04	06	08	10	12	14	16	18
	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58

- もし、あなたのバンドホッピングテーブルでそのバンドがアクティブでなければ（チェックがはいっていないければ）、別のアクティブなバンドをランダムに選択します。
- Tuneがチェックされていると、WSJT-Xは無変調キャリアをバンド切り替え直後に数秒間送信します。これによって、オートアンテナチューナーのチューニング動作を行わせることができます。
- 無線局によっては、無線機のバンドを切り替えるだけでなく、アンテナや他の設備の切り替えも必要になってくるかもしれません。WSJT-Xは無線機のバンド切り替えが成功したとき、ワーキングディレクトリ内で、次のファイルを検索します。user_hardware.bat、user_hardware.cmd、user_hardware.exe、user_hardware。もし、ファイルが見つかったとき、WSJT-Xは次のコマンドを実行します。
user_hardware nnn
- nnnはバンドごとの波長値です。実際のバンド切り替えのためのプログラムやScriptはユーザーで用意してください。

次のスクリーンショットは、バンドホッピングWSPRの動作例です。



このスクリーンショットを注意深く見ると、WSJT-Xの優れた性能を確認することができます。例えば、UTC 0152、0154、0156でのウォーターフォールを見てみましょう。黄色の楕円で囲んだ部分に注目すると、-28dBと-29dBでデコードされています。また、それとは別に、0154 UTC時には、1492Hz付近にVE3FAL、AB4QS、K5CZDの3局が5Hzの中にひしめき合っているのが分かります。同様に1543Hz付近にK3FEF、DL2XL/P、LZ1UBOが6Hzの中にひしめき合っています。このようにオーバーラップした信号でも、それぞれ別々にデコードできています。



10. スクリーン制御

10.1. メニュー

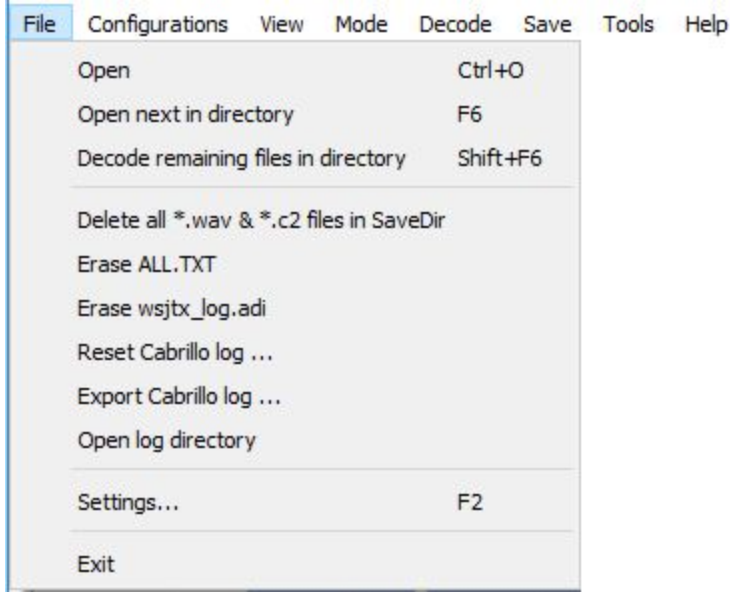
主画面の一番上に位置するメニューにより、さまざまなオプションや動作を制御することができます。ほとんどは説明の必要はないと思われますが、少し補足的な説明をします。よく使うメニューコマンドキーボードショートカットキーはメニューの右端に表示されています。

WSJT-X メニュー

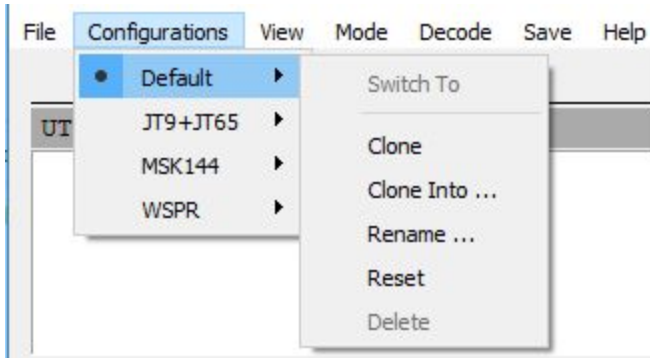


これはMacintoshの例です。PreferencesとラベルされたSettingオプションはFileメニューの下ではなく、このWSJT-Xメニューの下に配置されています。

Fileメニュー



Configurationメニュー



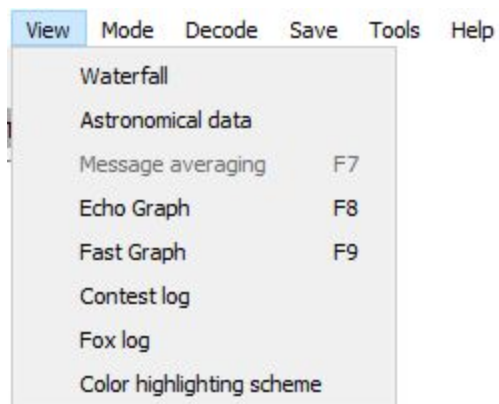
モードごとに別のConfigurationを設定することができます。一番簡単な手順は、たとえば、FT8モードでCloneします。次にConfigurations | FT8 - Copy | Renameと進み、新しい名前、たとえばFT4と名づけます。Configuration Menuから Switch toで、新しい名前を選びます。新しいConfigurationでは設定を好きなように変更することができます。Configurationはすべての設定を記憶し、プログラムを再始動したときもそれらが保持反映されます。

WSJT-Xが動作中にConfigurationを変えることもできますが、起動時にConfigurationを指定することも可能です。--config <configuration-name>か-cオプションを使います。次の例は、FT8とEchoを指定しています。

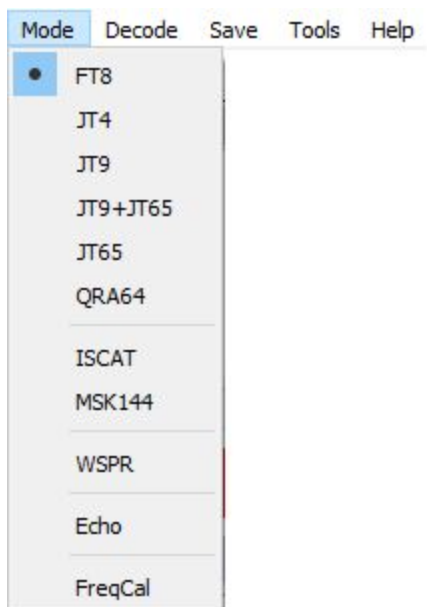
```
wsjtx --config FT8
```

```
wsjtx -c Echo
```

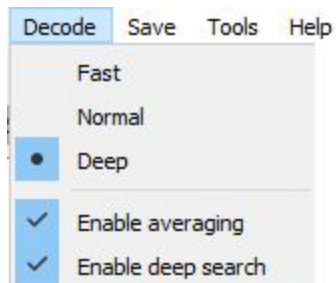
Viewメニュー



Modeメニュー



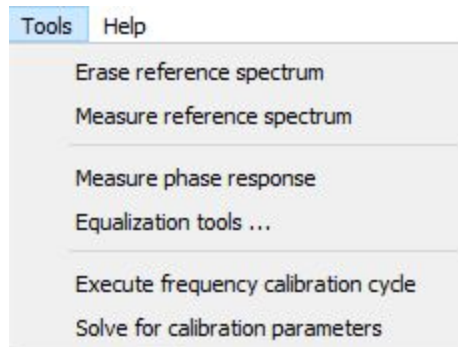
Decodeメニュー



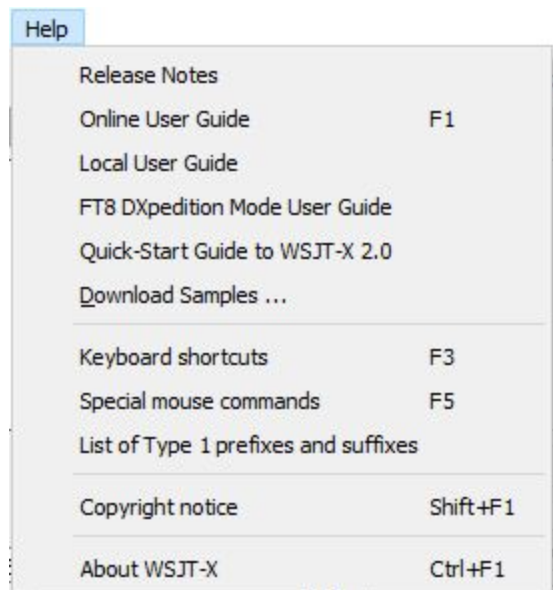
Saveメニュー



Toolsメニュー



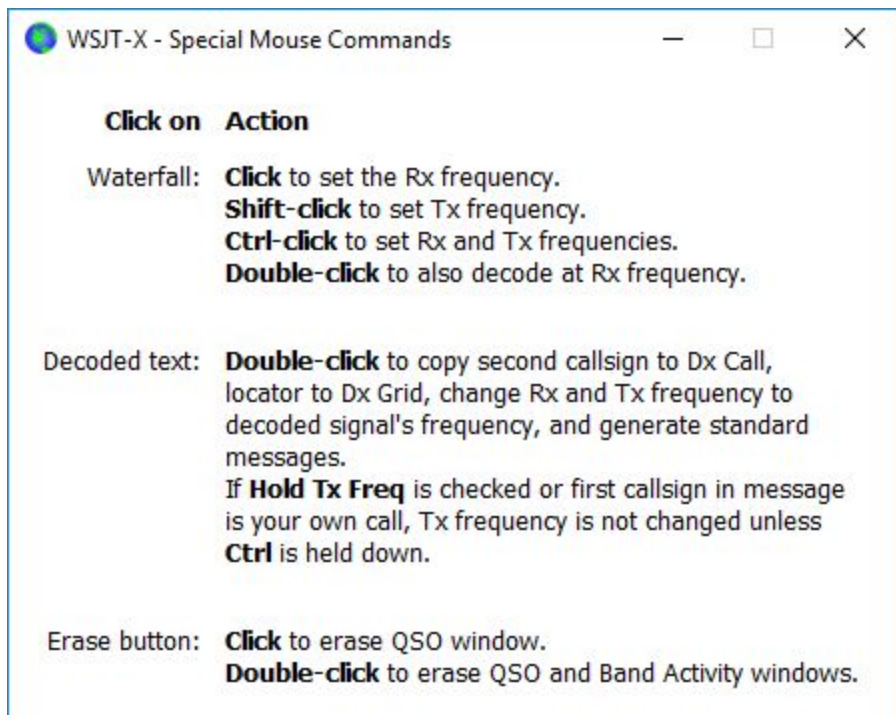
Helpメニュー



キーボードショートカット (F3)

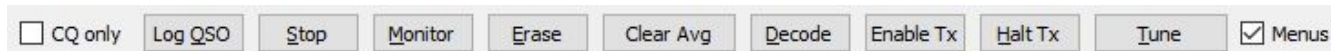
WSJT-X - Keyboard Shortcuts	
Esc	Stop Tx, abort QSO, clear next-call queue
F1	Online User's Guide
Shift+F1	Copyright Notice
Ctrl+F1	About WSJT-X
F2	Open settings window
F3	Display keyboard shortcuts
F4	Clear DX Call, DX Grid, Tx messages 1-4
Alt+F4	Exit program
F5	Display special mouse commands
F6	Open next file in directory
Shift+F6	Decode all remaining files in directory
F7	Display Message Averaging window
F11	Move Rx frequency down 1 Hz
Ctrl+F11	Move identical Rx and Tx frequencies down 1 Hz
Shift+F11	Move Tx frequency down 60 Hz
Ctrl+Shift+F11	Move dial frequency down 2000 Hz
F12	Move Rx frequency up 1 Hz
Ctrl+F12	Move identical Rx and Tx frequencies up 1 Hz
Shift+F12	Move Tx frequency up 60 Hz
Ctrl+Shift+F12	Move dial frequency up 2000 Hz
Alt+1-6	Set now transmission to this number on Tab 1
Ctrl+1-6	Set next transmission to this number on Tab 1
Alt+D	Decode again at QSO frequency
Shift+D	Full decode (both windows)
Ctrl+E	Turn on TX even/1st
Shift+E	Turn off TX even/1st
Alt+E	Erase
Ctrl+F	Edit the free text message box
Alt+G	Generate standard messages
Alt+H	Halt Tx
Ctrl+L	Lookup callsign in database, generate standard messages
Alt+M	Monitor
Alt+N	Enable Tx
Ctrl+O	Open a .wav file
Alt+Q	Log QSO
Alt+S	Stop monitoring
Alt+T	Tune
Alt+V	Save the most recently completed *.wav file

スペシャルマウスコマンド (F5)



10.2. ボタン群

以下のボタン群が主画面のデコードされたテキストの下に表示されています。表示はモードによって異なります。



- CQ onlyをチェックすると、CQを出している局のみ左側に表示されます。
- Log QSOを押すと、終了間近のQSO情報が入った別のウィンドウが開きます。内容を変更したり加えたりしてから、OKボタンを押します。File→Settings→Reportingタブのなかの Prompt me to log QSOがオンになっていると、73を含むメッセージを送ったときに、自動的にこのウィンドウが開きます。Start DateとStart TimeはTx2かTx3をクリックしたときに設定されます。End DateとEnd TimeはLog QSOスクリーンが開かれたときの時間です。

WSJT-X v2.0.0-rc6 by K1JT - Log QSO

Click OK to confirm the following QSO:

Call	Start	End
W9XYZ	04/12/2018 19:14:25	04/12/2018 19:15:26

Mode	Band	Rpt Sent	Rpt Rcvd	Grid	Name
FT8	20m			EN37	

Tx power ☐ Retain

Comments ☐ Retain

Operator

Exch sent Rcvd

- Stopボタンを押すと、データ受信を停止します。ウォーターフォールを止めて見たいとき、録音ファイルを扱いたいときに使います。
- Monitorは受信を開始したり停止したりするときに使います。WSJT-Xが受信動作中は緑色になります。CATを使っている、Monitorで受信を停止すると、CATも停止します。Settings | GeneralタブのMonitor returns to last used frequencyがオンになっていると、もう一度Monitorを押して受信を再開したとき、CATは停止したときの周波数を無線機にセットします。
- Eraseは右側のデコードウィンドウ内のメッセージをクリアします。ダブルクリックすると両側のデコードウィンドウ内メッセージをクリアします。
- Clear AvgはMessage Averagingをサポートするモードのときだけ表示されます。蓄積されたMessage Averaging情報をリセットします。
- Decodeは受信周波数における（ウォーターフォールの緑マーカーがついている周波数）デコード処理をもう一度行います。
- Enable Txは自動送受信手順のオン・オフを切り替えます。オンのときは赤色で表示されず、送信が適当な時刻（奇数分または偶数分）で開始されます。送信中にオフにすると、現在の送信を終了します。
- Halt Txを押すと直ちに送信を停止し、自動送受信手順をオフにします。
- Tuneは赤色マーカーで示された送信周波数で、無変調音を送信します。アンテナチューナーやリニアアンプの調整に使うとよいでしょう。送信中は赤色になります。もう一度押すと、受信に戻ります。Halt Txを押しても受信に戻ります。Tuneを押すと、いま行っている受信動作とデコードも中止します。

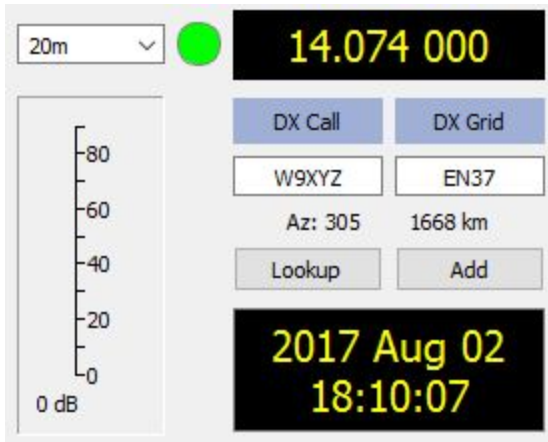


Tuneを押すと現在の受信を中断し、そのシーケンスでのデコードを行いません。

- Menusボックスのチェックをはずすと、画面一番上のメニューが消えて、メッセージ表示の縦スペースが広がります。

10.3. 画面左

画面左側に周波数制御、受信オーディオレベル調整、相手局コールサイン、相手局グリッドロケータ、日時の情報が表示されます。



- バンドドロップダウンリストから周波数を設定できます。周波数値はSettingsウィンドウのFrequenciesタブにあるテーブルから読み込まれます。CATが動作しているときは、その周波数が自動的に無線機にセットされます。CATが動作していないときは、無線機に手動で周波数をセットしなければなりません。
- あるいは、ADIFフォーマット（たとえば、630m、20m、70cm）で周波数を直接入力することもできます。バンド名のフォーマットはWorking frequencyがバンドとモードに設定済みの場合だけ使うことができます。
- キーボードから周波数をタイプすることで、周波数を変更することができます。たとえば、10,368.100と表示されていたとしましょう。165kとタイプすると、10,368.165にQSYできます。165kのkを忘れないようにしてください。
- CATが動作中は緑色の丸が表示されます。Splitモードの場合は、中にSが表示されます。CATがうまく動作していないとき赤色になります。



多くのICOMの無線機はスプリットの状態をCATから読み取ることができません。WSJT-Xを使うときは、WSJT-Xから無線機をコントロールするようにしたほうがよいでしょう。無線機側でVFOの選択、スプリット、周波数を変更することは避けたほうがよいでしょう。

- DX Gridが正しいロケータを含むとき、あなたのQTHからの大圏方位と距離が表示されます。
- コールサインのロケータをデータベースへ記録しておくことができます。Addをクリックするとコールサインとロケータが記録されます。Lookupをクリックするとコールサインに対応するロケータが読み出されます。この機能は、それほど多くない局が運用していて、それらが比較的安定して入っているとき（EMEなど）に使います。データベースファイル名はCALL3.TXTです。

10.4. 画面中央

画面中央付近にはQSOを行うときに使うコマンドが配置されています。現在運用中のモードに関係ないものは、灰色になったり、非表示になったりします。

The screenshot shows the WSJT-X control panel with the following settings:

- ☐ Tx even/1st
- Tx 1500 Hz
- ☐ Hold Tx Freq
- ▲ F Tol 10 ▼
- Next Call
- Rx 1500 Hz
- Tx# 1
- Report -15
- Submode 0
- T/R 30 s
- Sync 1
- Tx CQ 260
- ☐ Rx All Freqs
- ☐ Sh ☐ Fast ☐ Auto Seq ☐ Call 1st ☐ Tx6
- Fox ☐ SWL ☐ Measure

- Tx even/1stをチェックすると、偶数分に送信を開始します。チェックを外すと、奇数分に送信を開始します。デコードされたメッセージをダブルクリックすれば、ここは自動的に正しく設定されます。
- 送信受信オーディオ周波数はデコードされたメッセージまたはウォーターフォールをダブルクリックすると自動的に設定されます。スピナーで微調整することもできます。
- TX Freq と Rx Freqを間にあるアップダウンボタンでコピーしあうことができます。電波の周波数はダイヤル周波数+オーディオ送信周波数です。一番低い周波数のトーンをWSJT-Xの送信周波数としています。
- Hold Tx Freqをチェックすることで、デコードしたメッセージやウォーターフォールをダブルクリックしたとき、自分の送信周波数が動かないようにできます。
- マルチデコードを持たないモード、またはFile→Settings→ GeneralのEnable VHF/UHF/Microwave featuresがチェックされているときはF Tolが受信周波数を中心としたどれくらいの周波数範囲でデコード処理を行うかを決めます。
- Reportは信号レポート値が自動的に計算されてセットされます。大体、-30から+20dBの間になります。ただし、JT65は最大-1dBです。



相手局から-5dBより高いレポートをもらったときは、自分の送信電力を下げたほうがよいでしょう。WSJT-Xは微弱信号通信を目的としています。

- VHFやそれより高いバンドで別のSubmodeを使うことができます。Syncで受信信号を使って時間と周波数同期をとることができます。
- T/R xx sスピナーコントロールでISCAT、MSK144、Fast JT9の送受信シーケンス長を変えることができます。
- File→Settings → RadioタブのSplit operationをオンにしておくと、Tx CQ nnnスピナーを使うことができます。これを使うと、CQ nnn K1ABC FN42 のようなCQを送ることができます。nnnは周波数のkHzオーダーの値です。通常のメッセージは現状の周波数で送出されます

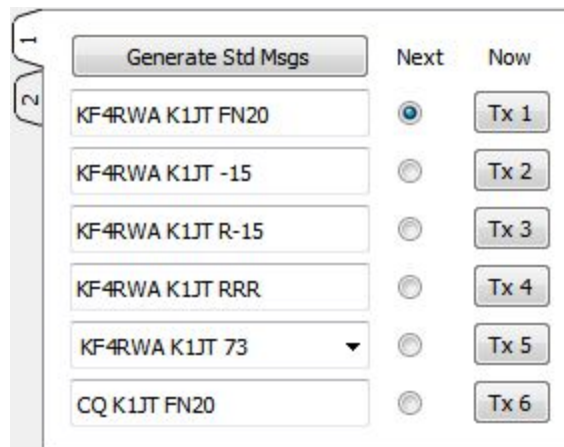
が、Tx6のCQメッセージはTx CQ nnnで設定された周波数で送出されます。CQ nnn K1ABC FN42形式のメッセージを受信し、ダブルクリックすると、自分の周波数もそこにQSYして応答することになります。

- 主画面中央下部で以下の機能が設定できます。
 - Sh : JT4、JT65、QRA64、MSK144の短縮メッセージ
 - Fast : Fast JT9サブモード
 - Aut Seq : 送信メッセージの自動シーケンス
 - Call 1st : CQに対する応答で最初にデコード出来た相手に自動応答
 - Tx6 : JT4で2種類の短縮メッセージ選択

10.5. Tx メッセージ

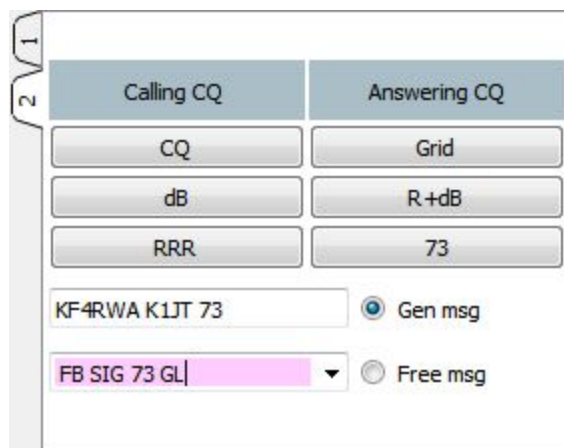
タブ1とタブ2に2通りの送信メッセージが用意されています。

タブ1には6個のメッセージが登録できます。Generate Std Msgsボタンを押すとあらかじめ用意された標準メッセージが登録されます。または、メッセージボックスをダブルクリックすることで、個別に標準メッセージに戻すこともできます。



- Nextの下ラジオボタンを選択することで、次に送るメッセージを指定します。
- もし、送信中にメッセージを修正したいときは、メッセージを修正して、Nowの下 Txボタンを押します。送信中にメッセージを修正してしまうと、そのメッセージが正しく相手に受信される確率は低下しますが、送信開始から10ないし15秒以内であれば、大抵うまくいきます。
- この6個のメッセージすべて、ユーザが変更可能です。メッセージ内容の制限範囲内で、自由に変更することが可能です。
- 5番目のメッセージのプルダウンリストから、Settings | Tx Macrosタブであらかじめ登録しておいたメッセージを選ぶことができます。5番目のメッセージを選んでEnterキーを押すと、そのメッセージがMacroに登録されます。
- なるべくQSOを短くしたいときがあるかもしれません。2番目メッセージからQSOを開始するため、1番目のメッセージ横のラジオボタンか四角いTx1ボタンをダブルクリックすることで、1番目メッセージを無効にすることができます。同様に、4番目メッセージでRRRの代わりにRR73を送るときは、ラジオボタンか四角いボタンをダブルクリックします。

タブ2には、次のメッセージ生成機能が用意されています。



CQを出すときは左側の列、CQに応答するときは右側の列を使います。

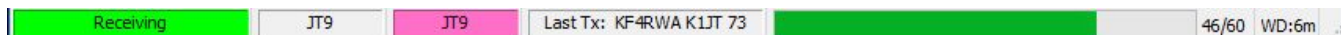
- 該当ボタンを押すことでメッセージがGen msgボックスに入ります。もし既に送信を開始した後であれば、送信メッセージは直ちに新しいものに変更されます。
- Free msgには13文字まで（スペースを含む）任意のメッセージを入力できます。
- プルダウンリストから予め登録しておいたメッセージを選ぶことができます。変更したメッセージに対しEnterキーを押すと、そのメッセージはマクロに登録されます。



送信中は送信しているメッセージの内容がステータスバー（主画面の下端左）に表示されています。

10.6. ステータスバー（Status Bar）

主画面の下端にあるステータスバーにはいろいろな情報が表示されます。



プログラムの状態、Configuration名、モード、最後の送信メッセージなどが表示されています。一番左のフィールドでは、緑色で受信、黄色で送信、赤色でTune、明るい青でファイル名が表示されます。送信中は現在送信しているメッセージが表示されます。左から2番目のフィールドは、デフォルトConfigurationの場合、空欄になります。プログレスバーは送信または受信の時間経過を示します。Settings | GeneraタブでWatchdog Timerがオンになっていると、右端にタイムアウトまでの秒数をカウントします。



バックグラウンドで処理が走っているときにときどき一時的に状態を示すメッセージが表示されることがあります。

10.7. Wide Graph

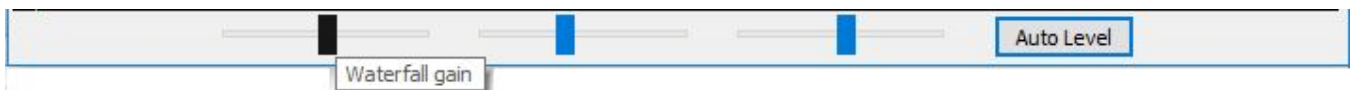
Wide Graphウィンドウの下に、制御パネルが配置されています。JT9+JT65モード以外では、これらのパネルはWide Graphの表示だけに作用し、デコーディング動作には影響を与えません。



- Bins/Pixelは周波数解像度を制御します。値を1にすると、もっとも高解像度になります。2から8が適当な値でしょう。
- JT65 nnnn JT9はJT9+JT65モードにおいてそのモード境界周波数を規定します。境界はウォーターフォール上に青い線で示されます。JT65信号はすべての周波数領域でデコードされますが、JT9信号はJT9周波数領域でのみデコードされます。境界はバンドごとに記憶されます。
- Start nnn Hzは最下端周波数値を設定します。
- N Avgはスペクトラムの平均化を設定します。JT9、JT65では5くらいが適当です。N Avg値を変えると、ウォーターフォールの流れる速度が変わります。
- Paletteの下にあるドロップダウンリストからあらかじめ用意されたカラースキームを選ぶことができます。
- Adjustから好みのパレットを作ることができます。
- Flattenをチェックすると、WSJT-Xはパスバンド内のレベルのズレや不均一性を自動的に補正します。この機能を正しく動作させるためには、実際に受信されている周波数領域だけをウォーターフォールに表示しなければなりません（受信機の実際のパスバンドよりウォーターフォールの表示が広がったりしてはいけません）。
- CurrentまたはCumulativeを選択します。Currentは最も最近のN Avg FFTを計算し表示します。Cumulativeは分の初めからの累積を計算します。Linear AvgはJT4モードで、特にショートメッセージを使うときに有効です。
- 4つのスライダーでウォーターフォールの色などを調整します。大体真ん中くらいにしておけばよいでしょう。マウスカーソルをスライダーの上にもっていくと、説明がポップアップしますので、参考にしてください。
- Spec nnはウォーターフォール下にプロットされるスペクトラム表示の高さを制御します。
- SmoothはLinear Averageのときだけ有効になります。ドップラースプレッドが数Hz以上になったとき、弱いEME信号を見つけるときに使うとよいでしょう。

10.8. Fast Graph

Wide Graphと同じようにFast Graphでもパレットが使えます。3つのスライダーによって、ゲイン、ゼロオフセットが調整できます。マウスカーソルを上にもっていくと、説明がポップアップします。Auto Levelをクリックすると、自動的に適当な値をセットします。



10.9. Echo Graph



- Bins/Pixelは表示する周波数解像度を決定します。1が最高解像度です。
- GainとZeroはスケーリングとオフセットを決定します。
- Smoothは複数のbinで平均をとります。
- Nは平均をとられたエコーパルス数を示します。
- Colorsボタンを繰り返し押すことで、色と線幅が異なる6つの選択肢を選択することができます。

10.10. その他

ほとんどのウィンドウは任意の大きさに変更できます。パソコンの画面が狭いときはいくつかのボタンやラベルなどを非表示にすることができます。Wide Graphウィンドウの左上にあるControlsのチェックを外します。あるいは、Tuneボタンの右にあるMenusボックスのチェックを外します。

11. ログ機能

WSJT-Xでは、QSOのログをwsjtx.log（CSVフォーマット）とwsjtx_log.adl（標準ADIFフォーマット）へ記録します。これらのファイルは外部プログラムでインポートすることができます。なお、OSによって、ファイルの置き場所が変わってきますが、FileメニューのOpen log directoryから直接ファイルが置かれている場所へ行くことができます。

さらに高機能なロギングがJTAlertなどでサポートされています。Ham Radio Deluxe、DX Lab Suite、Log4OMなどへ、ログ情報を送ることが可能です。

Windows以外のOSではJTAlertを利用できませんが、Settings | GeneralタブのShow DXCC entity and worked before statusが使えるかもしれません。このオプションがオンになっていると、WSJT-XはBand Activityウィンドウ上に現れたCQメッセージに付加的な情報を表示します。DXCCのエンティティが表示されます。wsjtx_log.adlに記録された情報を元に、交信済みかそうでないかが色分けされます。

WSJT-XはDXCCのプリフィックス情報をcty.datファイルから得ます。最新のcty.datはAmateur Radio Country Files Webからダウンロードできます。もし、最新のcty.datがログフォルダにあったときは、それを優先して使います。

ログファイルwsjtx_log.adlはQSOを完了した時点で更新されます。このファイルを削除すると、すべての交信未交信情報を失いますので注意してください。他のアプリで、このファイルに情報を追加したり、修正したりすることができます。Show DXCC entity and worked before statusを一旦オフにして、再度オンにすると、WSJT-Xはこのログファイルを読みなおします。このファイルが非常に大きくなると、コールサインサーチ時間が長くなります。

12. デコーダに関して

12.1. APデコーディング

WSJT-XのデコーダはFT4、FT8、JT65、QRA64モードにおいて、QSO時に蓄積される情報をデコーディングに使うオプションを有しています。この a priori (AP)情報は、ほんの少し誤ってデコードしてしまう確率を高めますが、デコーダの感度を最大4dB上げることができます。

CQに応答しようとしたとき、相手のコールサインと自分自身のコールサインがわかっています。したがって、次に相手から来るであろう応答のうち57ビット（自分と相手のコールサイン28ビットずつ、そしてメッセージタイプ1ビット）の内容が予想できます。ということは、残りの15ビットについて、デコードすればよいことになります。

APデコーディングでは、まずAPビットが完璧に受信できたと仮定します。次に、残りのビットとパリティビットがAPビットと矛盾なく受信できているか確かめます。うまくデコード出来た場合は、aPというラベルを付けて表示します。Table 1にPの意味を示します。もし、a2となっていれば、MyCallを予めわかっている情報として使った、ということの意味します。

Table 1. FT4 and FT8 AP information types

aP	Message components
a1	CQ ? ?
a2	MyCall ? ?
a3	MyCall DxCall ?
a4	MyCall DxCall RRR
a5	MyCall DxCall 73
a6	MyCall DxCall RR73

コードワードが見つかり、おそらく正しいと判断された場合、？マークが付きます。？がついたときは、情報をPSK Reporterへ送りません。

Table 2は6通りのQSO状態を示します。

Table 2. FT4 and FT8 AP decoding types for each QSO state

State	AP type
CALLING STN	2, 3
REPORT	2, 3
ROGER_REPORT	3, 4, 5, 6
ROGERS	3, 4, 5, 6
SIGNOFF	3, 1, 2
CALLING CQ	1, 2

JT65では少し異なっています。表 3 と 4 に詳細を示します。例えば、a63の2番目の数字3は3回の受信を平均化してデコードしたことを示します。

Table 3. JT65 AP information types

aP	Message components
a1	CQ ? ?
a2	MyCall ? ?
a3	MyCall DxCall ?
a4	MyCall DxCall RRR
a5	MyCall DxCall 73
a6	MyCall DxCall DxGrid
a7	CQ DxCall DxGrid

Table 4. JT65 AP decoding types for each QSO state

State	AP type
CALLING STN	2, 3, 6, 7
REPORT	2, 3
ROGER_REPORT	3, 4, 5
ROGERS	3, 4, 5
SIGNOFF	2, 3, 4, 5
CALLING CQ	1, 2, 6

12.2. デコードされたメッセージ

デコードされたメッセージにはコールサインのほかに、UTC時間、SN比、DTからのオフセット時間、オーディオ周波数が付加的に表示されます。幾つかのモードではさらに標準周波数からのオフセット（DF）、周波数ドリフト（DriftまたはF1）、距離も表示されます。

省略文字の意味を以下に示します。

Table 5. Notations used on decoded text lines

Mode	Mode character	Sync character	End of line information
FT4	+		? aP
FT8	~		? aP
JT4	\$	*, #	f, fN, dCN
JT9	@		
JT65	#		
JT65 VHF	#	*, #	f, fN, dCN
QRA64	:	*	R
ISCAT		*	M N C T
MSK144	&		

Sync character

- * - Normal sync
- # - Alternate sync

End of line information

- ? - Decoded with lower confidence
- a - Decoded with aid of some a priori (AP) information
- C - Confidence indicator [ISCAT and Deep Search; (0-9,*)]
- d - Deep Search algorithm
- f - Franke-Taylor or Fano algorithm
- M - Message length (characters)
- N - Number of Rx intervals or frames averaged
- P - Number indicating type of AP information (Table 1, above)
- R - Return code from QRA64 decoder
- T - Length of analyzed region (s)

表 6 にQRA64モードの返り値の意味を示します。

Table 6. QRA64 AP return codes

rc	Message components
0	? ? ?
1	CQ ? ?
2	CQ ?
3	MyCall ? ?
4	MyCall ?
5	MyCall DxCall ?
6	? DxCall ?
7	? DxCall
8	MyCall DxCall DxGrid
9	CQ DxCall ?
10	CQ DxCall
11	CQ DxCall DxGrid

13. 測定ツール

13.1. 周波数較正

WSJT-Xでは、受信信号周波数の数Hzの違いを見てデコードを行っています。したがって、無線機の周波数が正確で安定していることが大変重要です。WSJT-Xには正確な周波数較正と測定するツールが具備されています。較正処理は、信頼できる周波数の信号とダイヤルのずれをCATを使って自動的に測定しながら行います。

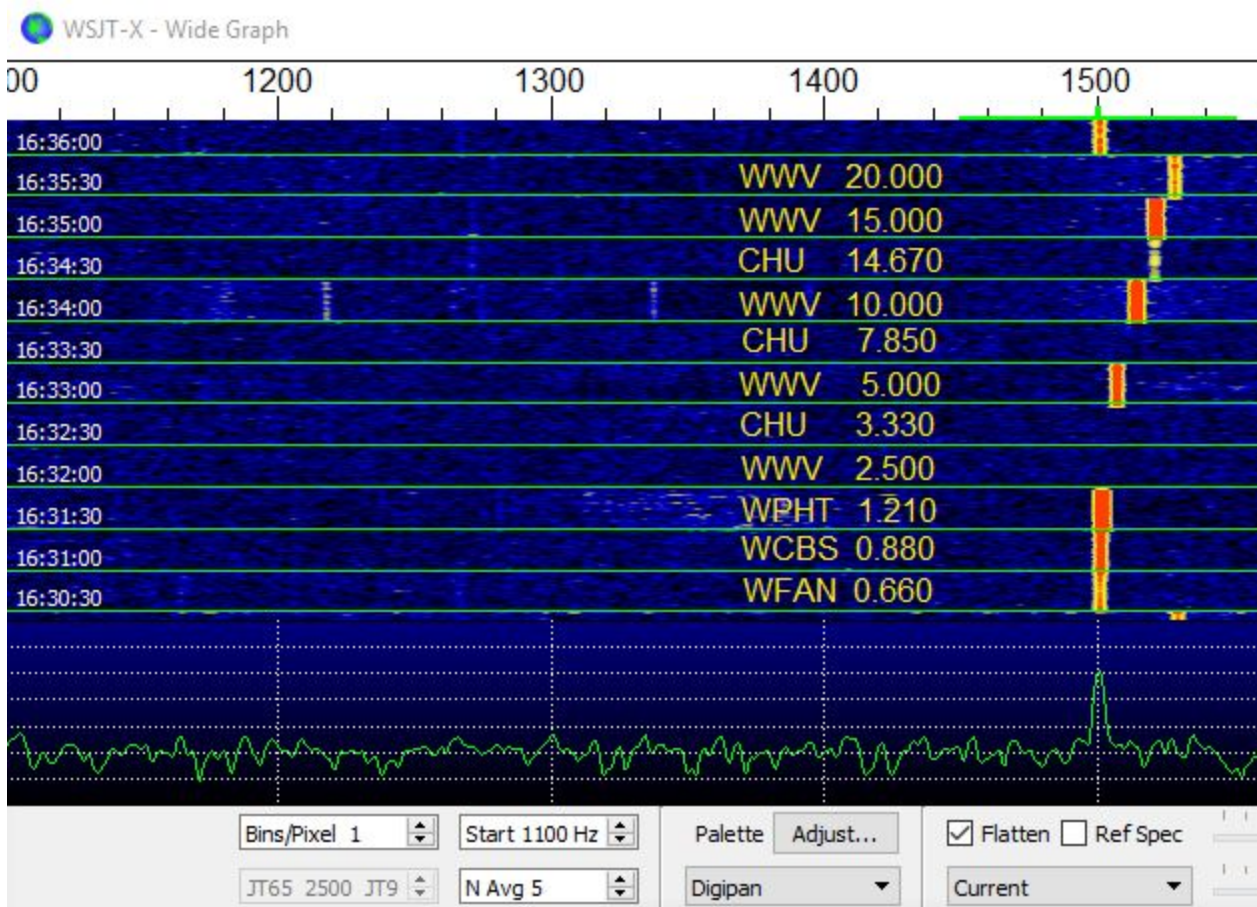
周波数較正用にConfigurationを用意し、次のステップに進むとよいでしょう。

- WSJT-XをFreqCalモードへ切り替えます
- Settings | FrequenciesタブのWorking Frequenciesボックスの中で、あなたのQTHと関係無い周波数をFreqCalから取り除きます。あなたのQTHで受信できる信号と置き換えてもよいでしょう。



中波放送局の信号も使えます。北米では、2.500、5.000、10.000、15.000、20.000MHzのWWVや3.330、7.850、14.670MHzのCHUが使えます。同じような短波放送局が他の地域でも使えるでしょう。

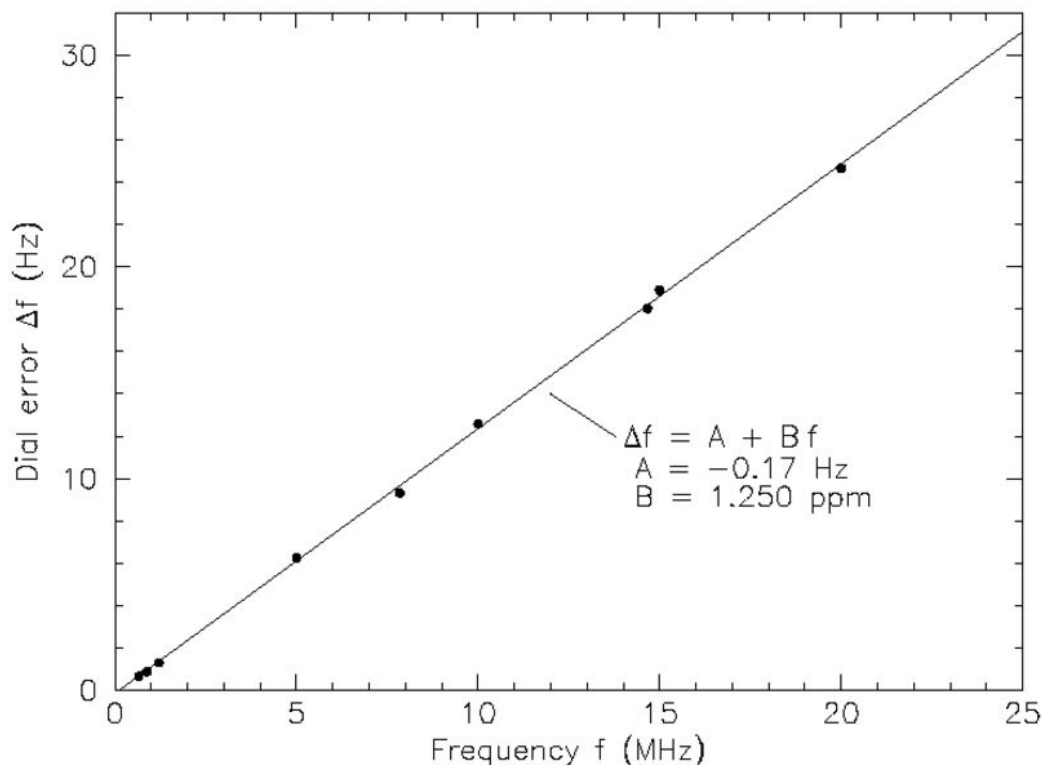
- ログファイルが格納されているフォルダにあるfmt.allを削除します。
- 校正周波数のリストをなめるために、ToolsメニューのExecute frequency calibration cycleをちえっくします。WSJT-Xはそれぞれの周波数を30秒間ワッチします。最初は、fmt.allに記録されず、画面だけに表示されます。
- 周波数較正中は無線機のUSBダイヤルをFreqCalに記載されている周波数から1500Hz低くセットします。受信した信号のキャリアはWSJT-Xのウォーターフォールの1500Hz付近に現れます。



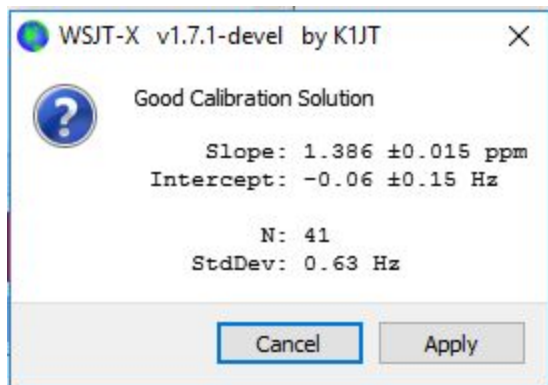
周波数シンセサイザーを使った最近の無線機であれば、1500Hzから少し離れた周波数は線形に変化します。測定した周波数オフセット(Hz)を信号の周波数で割り算すると較正できます。たとえば、上のスクリーンショットで、20MHzのWWV信号が24.6Hzのトーンオフセットを有しているとWSJT-Xのデコードウィンドウに表示されています。較正定数は $24.6/20=1.23$ と計算できますので、この値をSettings | FrequenciesタブのSlopeへ入力します。

さらに正確な較正は下図のように、いくつかの測定結果を直線回帰することで実行できます。この作業を行うツールがWSJT-Xに含まれています。詳細な説明は
https://physics.princeton.edu/pulsar/k1jt/FMT_User.pdf

にあります。CAT以外の特別な機器を使わなくても無線機を1Hz以内のずれへ較正することができますし、ARRLの周波数測定テストで相当良い成績を残せるでしょう。



Execute frequency calibration cycleで良い結果がでたら、ftm.allファイルをチェックしましょう。直線回帰手順はSolve for calibration parametersをクリックすることで自動的に実行できます。結果は次のように表示されます。SlopeとInterceptには不確定性も表示されます。Nは直線回帰に使われた周波数数を表します。StdDevはその標準偏差値です。結果が妥当と思われる場合はApplyボタンを押します。すると結果がSettings→Frequencies→Frequency Calibrationに記憶されます。



較正がうまくいったかどうかの目視チェックは、FreqCalモードにしたままMeasureオプションをオフにして、ウォーターフォールを確認します。

13.2. 周波数特性測定

WSJT-Xには受信機のパスバンド特性を測定する機能が備わっています。アンテナをはずし、無信号の周波数を受信してみましょう。Fileメニュー中のMeasure reference spectrumをクリックします。1分ほど待って、Stopボタンを押します。refspec.datというファイルがログディレクトリに生成されます。Wide GraphのRef Specをチェックすると、記録されたReference spectrumを使ってパスバンドのゲインが平滑化されます。

13.3. 位相補正

上級MSK144ユーザのためにMeasure phase responseというツールを用意しました。この位相補正ツールは受信機のパスバンド中における群遅延特性を補正するために使います。このツールを使うことで、シンボル間干渉を減らし、デコード感度を上げることができます。ただし、もし、Linear-phaseフィルタを持ったSDRを使っているときは、必要ありません。

受信データがデコードされた後、Measure phase responseは送信側で生成された歪のないオーディオ信号を作り出します。それと受信された信号をフーリエ変換して比較します。違いは、送信機のフィルタ、電波伝搬、そして受信機のフィルタによって生じます。もし、送信側の位相誤差が少なく（たとえば、正しく調整されたSDRトランシーバー）、かつマルチパスの影響が少ない状況であれば、この違いが受信機の位相特性を示すことになります。

以下のステップで、位相補正カーブを作ります。

- たくさんの信号を受信しwavファイルに記録します。SN比が10dB以上あると良いでしょう。
- DX Call Boxに相手のコールサインを入力します。
- Measure phase responseを選び、wavファイルを開きます。WSJT-Xが測定している最中は、モードを示す文字が&から^へ変化しています。測定が終了すると、&へ戻ります。正確に測定するには、高いSN比をもつ、サンプルが数個必要になります。動作を途中で中断したいときは、Measure phase responseをもう一度クリックします。測定結果はLog directoryの中の“.pcoeff”という拡張子を持ったファイルに格納されます。ファイル名は、相手局のコールサインとタイムスタンプからなります。たとえば、K0TPP_170923_112027.pcoeffという感じになります。
- Toolsメニューの中のEqualization toolsを選び、Phaseボタンを押します。ターゲットの.pcoeffファイルを選択します。測定された位相の結果がProposedというラベルの付いた赤の曲線で表示されます。これが、位相補正カーブになります。このステップをいくつかの違うファイルで実行し、ほぼ同じ結果が得られることを確認するとよいでしょう。
- 満足する結果が得られたなら、Applyボタンを押します。赤の曲線は緑に変わり、Currentというラベルが付加され、受信データに適用されます。もう一本、Group Delayという曲線が現れるでしょう。これは、パスバンド中の群遅延分散をミリ秒単位で表します。Discardを押すと、記録したデータを削除します。
- 位相補正なしに戻すには、Restore Defaultsボタンを押します。

MSK144のデコードの後ろに付いている3つの数字を見ることで、位相補正の効果が確認できます。それぞれの意味は、

N = Number of frames averaged

H = Number of hard bit errors corrected

E = Size of MSK eye diagram opening

です。

ここに例を示します。

103900 17 6.5 1493 ^ WA8CLT K0TPP+07 1 0 1.2

^は位相測定が行われていて、まだ終わっていないことを意味します。最後の3つの数字は、それぞれ、デコードするために1つのフレームが使われている、ハードビットエラーは無し、目の開きは-2から+2のスケールで1.2であることを意味しています。

位相補正後の結果の例を示します。

103900 17 6.5 1493 & WA8CLT K0TPP+07 1 0 1.6

目の開きが1.2から1.6に増加していることがわかります。目が大きくなればなるほどビットエラーの確率が下がり、デコードの成功率が上がります。この結果は、位相補正により目が大きくなったことを示していますが、今回の位相補正が他の局からの信号にも有効であるかどうかはわかりません。ここに留意してください。

できるだけ多くの局からの信号を受信して位相補正を行ってみるとよいでしょう。位相補正することで、デコードできなかった信号がデコードできるようになることがあります。比較するときにはデコード結果の“T”が同じであることを確認してください。



さらに詳しく知りたい場合は、[K9ANとK1JTのQEX記事](#)を参照してください。

14. 連携プログラム

WSJT-Xは他のプログラムと連携する機能を具備しています。

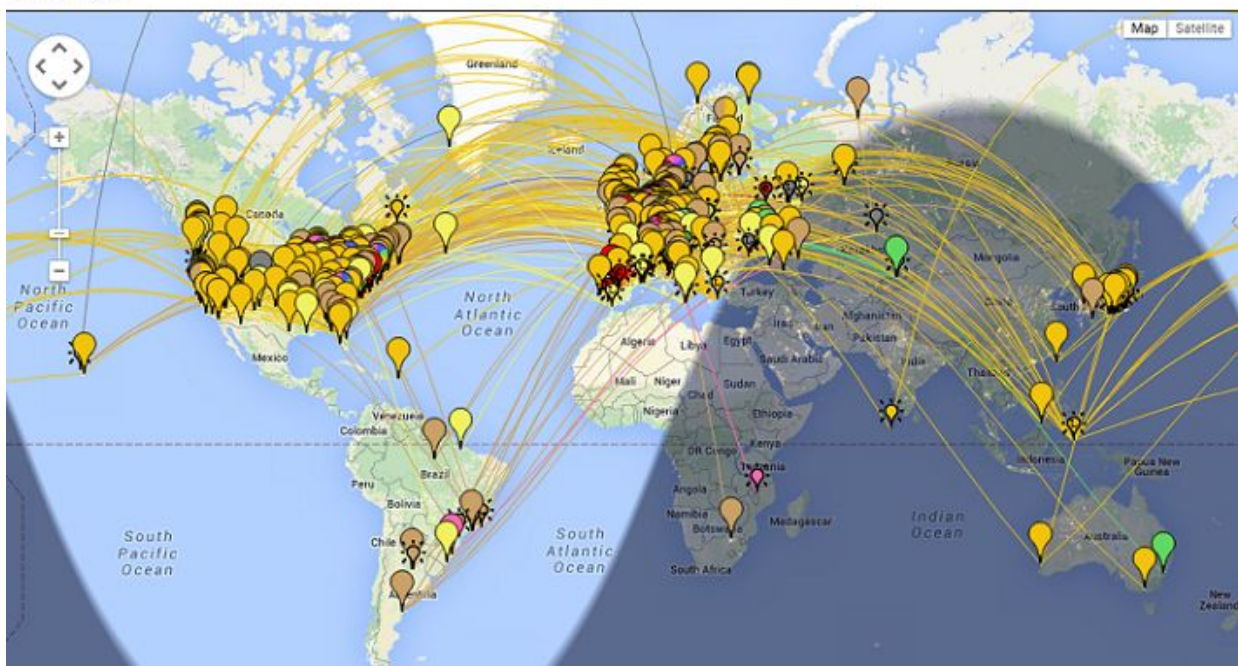
- DX Lab Suite、Omni-rig、Ham Radio Deluxe
- PSK Reporter (Philip Gladstone)、受信レポートを集めるWeb サーバー。情報はほぼリアルタイムで処理され、世界地図上に表示されます。最近1時間当たりの世界中のJT65運用状況を表示するなど、いろいろなオプションが用意されています。たとえばこのような感じです。

On show sent/rcvd by using over the last

Go! [Display options](#) [Permalink](#)

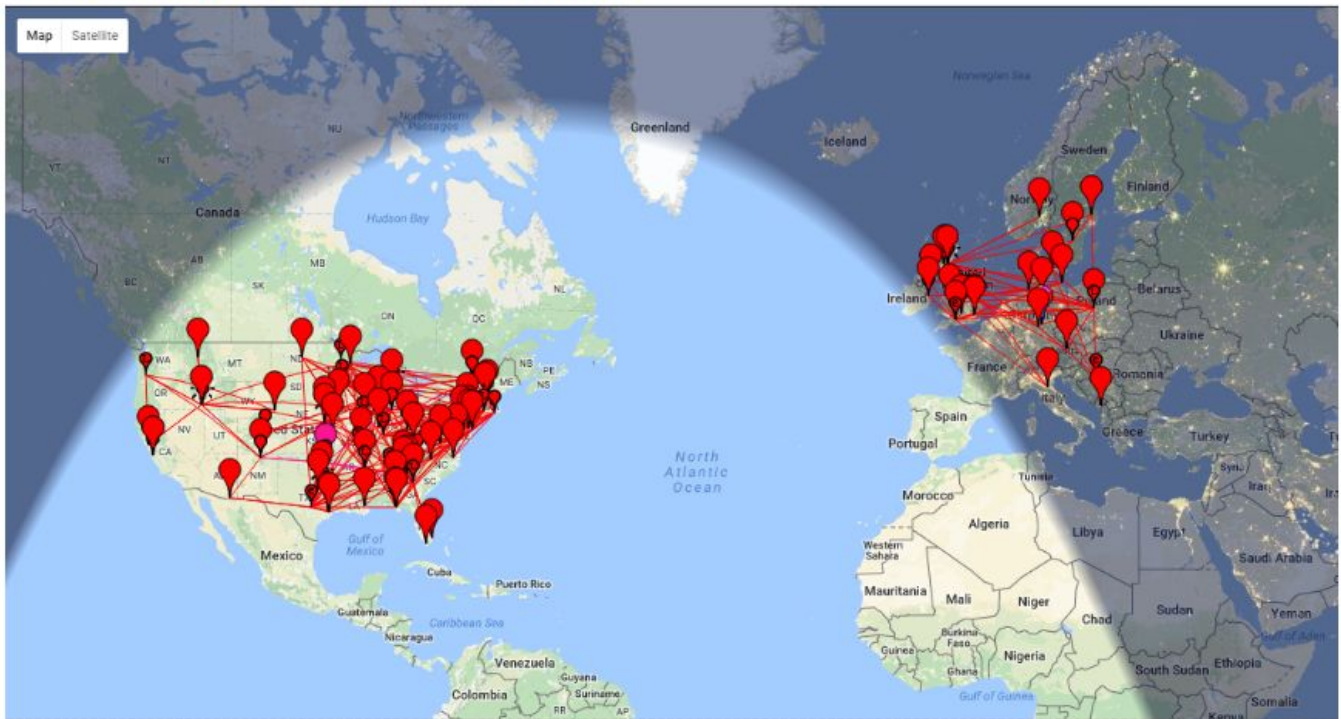
Automatic refresh in 5 minutes. Large markers are monitors. [Display all reports.](#)

There are **587 active JT65 monitors**: **274 on 20m**, **152 on 15m**, **87 on 12m**, **49 on 6m**, **26 on 10m**, **20 on 30m**, **4 on 12m**, **3 on 40m**, **2 on unknown**. [Show all on all bands](#) [Legend](#)

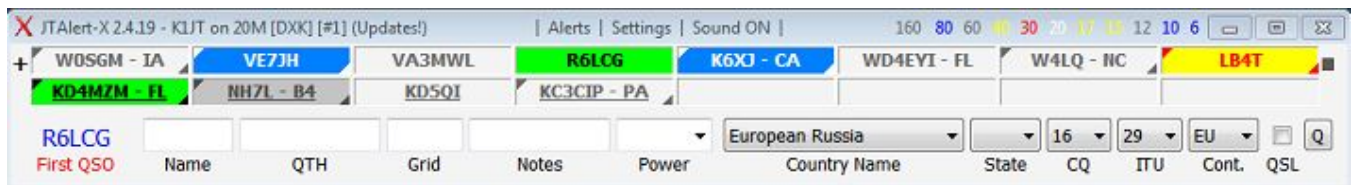


MSK144のレポートだけを表示してみるとこのようになります。

On **all bands** ▼, show **signals** ▼ sent/rcvd by ▼ **anyone** ▼ using **MSK144** ▼ over the last **1 hour** ▼ **Go!** [Display options](#) [Permalink](#)
 Automatic refresh in 5 minutes. Large markers are monitors. [Display all reports.](#)
 There are **72 active MSK144 monitors**: **71 on 6m**, **1 on 2m**. [Show all on all bands](#) [Legend](#)



- Windows環境に限りませんが、VK3AMA作成のJTAAlertを使うと、ログ情報を外部プログラムへ送ったり、特定の局を受信したとき（未交信DXCCエンティティや未交信ステートなど）知らせを受けることができます。



- Linux環境ではF5JMHのAlarmeJTがあります。このプログラムは独自のログ機能をもっています。また、未交信エンティティやグリッドロケータを教えてくれる機能を持っています。
- OS X環境では、SM0THUのJT-Bridgeがあります。Aether、MacLoggerDX、RUMLog、RUNLogNGと連携します。
- N1MM Logger+は無料のコンテストログアプリです。Windows版だけが提供されています。WSJT-Xはネットワークを通してN1MM Logger+へログ情報を送ることができます。
- WriteLogは有料のコンテストログアプリです。Windows版だけが提供されています。WSJT-Xはネットワークを通してWriteLogへログ情報を送ることができます。

15. OSプラットフォームによる違い

OSによってWSJT-Xの環境設定が異なります。

15.1. ファイルの格納場所

- Windows
 - Settings: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\WSJT-X.ini
 - Log directory: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\
 - Default save directory: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X\save\
- Windows, when using "--rig-name=xxx"
 - Settings: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X - xxx\WSJT-X - xxx.ini
 - Log directory: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X - xxx\
 - Default save directory: %LOCALAPPDATA%\WSJT-X - xxx\save\
- Linux
 - Settings: ~/.config/WSJT-X.ini
 - Log directory: ~/.local/share/WSJT-X/
 - Default save directory: ~/.local/share/WSJT-X/save/
- Linux, when using "--rig-name=xxx"
 - Settings: ~/.config/WSJT-X - xxx.ini
 - Log directory: ~/.local/share/WSJT-X - xxx/
 - Default save directory: ~/.local/share/WSJT-X - xxx/save/
- Macintosh
 - Settings: ~/Library/Preferences/WSJT-X.ini
 - Log directory: ~/Library/Application Support/WSJT-X/
 - Default save directory: ~/Library/Application Support/WSJT-X/save/
- Macintosh, when using "--rig-name=xxx"
 - Settings: ~/Library/Preferences/WSJT-X - xxx.ini
 - Log directory: ~/Library/Application Support/WSJT-X - xxx/
 - Default save directory: ~/Library/Application Support/WSJT-X - xxx/save/

16. FAQ

1. Flattenをオンにしないと、ウォーターフォール表示が不規則になるがなぜ？
 - WSJT-Xは表示するパスバンドの端で急峻なフィルタを持っていません。より広いIFフィルタを使うか、表示周波数範囲を狭めてください。Bin/Pixesを小さくする、Startを大きくする、Wide Graphの範囲を狭める、を試してください。
2. 同じパソコンで2個以上のWSJT-Xを同時に走らせるには？
 - 以下の例に示すとおり、一意なIDを付けて起動してください。別々のSettingsファイルを使えます。
`wsjt-x --rig-name=TS2000`
`wsjt-x --rig-name=FT847`
3. “Network Error - SSL/TLS support not installed”というメッセージが出る。どうする？
 - OpenSSLライブラリをインストールしてください。

4. ICOMのトランシーバのVFOを回していると、ときどきエラーが出る。どうする？
 - ICOMのトランシーバでは、デフォルトで CI-V Tranceive mode がオンになっています。PCからの周波数ポーリングと衝突することがありますので、これをオフにしてください。
5. 無線機を他のプログラムから制御したい。しかも、WSJT-Xと同時に。それは可能？
 - 無線機制御サーバを走らせ、そのサーバとWSJT-X、そしてそのサーバと他のプログラムが同時に連携するような環境を作る必要があるでしょう。VSPEのような仮想シリアルポートツールを使うえるかもしれませんが、CATの信号が衝突する可能性があり、きちんと動作するか不明です。Hamlib Rig Control Server (rigctlD)、Omni-Rig、DX Lab Suiteなどを利用すればできるかもしれません。
6. OmniRigと連携させるとき、Test CATを押すとエラーする。どうすればよい？
 - OmniRigではTest CATにバグがあるようです。Test CATせずに、OKを押してみてください。
7. Ham Radio Deluxeと連携させているとき、HRDのログを起動する、あるいはDM780を同時に動かしていると、WSJT-XからのCATがおかしくなる。なぜ？
 - HRDのバグにより、周波数制御などに20秒間の遅延が発生します。HRD開発者が修正しています。
8. Ubuntuで動かしているが、上端のメニューバーが表示されない。
 - Ubuntuの新しいUnityデスクトップの仕様によるもの。次のコマンドを試してください。
`sudo apt remove appmenu-qt5`
 - 別の方法として、common menu barを動かさないようにして、起動します（=の後にスペースが必要です）。QT_QPA_PLATFORMTHEME= wsjtx
9. KDEデスクトップで動かしているが、Menu→Configurationがおかしい動作をする。
 - KDE開発チームがQtにポップアップメニューボタンを含む全てのボタンにショートカットキーを自動的に割りあけるような機能を追加しました。これがアプリの動作と干渉しています。他のたくさんのQtを使ったアプリがKDEと問題を発生しています。修正されるまで、`~/.config/kdeglobals`を開き、次のセクションを追加してください。
[Development]
AutoCheckAccelerators=false
 - 詳細については <https://stackoverflow.com/a/32711483> と https://bugs.kde.org/show_bug.cgi?id=337491 を参照のこと。

17. プロトコル定義

17.1. 概要

ISCAT以外のすべてのモードはユーザが読めるテキスト情報を固定長のパケットに圧縮しています。JT4、JT9、JT65、QRA64は72ビット長ペイロードを使います。メッセージは、コールサインが入る2個の28ビットフィールドとグリッドロケータ、レポート、Acknowledgement、73が入る1個の15ビットフィールドから構成されます。もう1ビットは13文字までの任意メッセージを示すためのフラグとして使われています。プリフィックス（たとえばZA/K1ABC）やサフィックス（たとえば

K1ABC/P) も受け付けます。もっとも短いQSOでよく使われるメッセージは72ビットにエンコードされます。

FT4、FT8とMSK144では77ビットです。増えた5ビットで、FT8のDXpeditionモードのメッセージ、コンテスト、非標準コールサインを表現します。

標準のアマチュア局のコールサイン構成は、1文字または2文字のプリフィックス（少なくともそのうちひとつはアルファベット）、数字、1文字から3文字のサフィックスです。この規則から、考えうるコールサインは $37 \times 36 \times 10 \times 27 \times 27 \times 27$ で、大体2億6千2百万通りになります。2の28乗は2億6千2百万より大きくなりますから、28ビットあれば、すべてのコールサインを一意に表すことができます。同様に、4桁のグリッドロケータは $180 \times 180 = 32,400$ で2の15乗が32,768であることから、15ビットですべてカバーできます。

28ビットで表せるコールサインのうち、6百万ほどは、実際コールサインとして使われません。そこに特別なメッセージ、CQ、DE、QRZに割当てています。CQの後に、3桁の周波数（ここでコールバックしてほしいという周波数）が続く場合があります。例として、K1ABCが50.280MHzで CQ 290 K1ABC FN42と送信すると、50.290MHzでの応答を期待しているという意味になります。数字でのシグナルレポート -nnやR-nnはグリッドロケータフィールドを使って送ります。最初は、-01から-30dBの範囲しか送れませんでした。最近のアップデートで、範囲が-50から+49dBに拡大されました。エンティティのプリフィックス、またはポータブルのサフィックスがコールサインに付加できます。その場合、情報はグリッドロケータフィールドに置かれるか、または使われていない6百万のコールサイン組合せ部分にエンコードされます。

最後に、CQ AAからCQ ZZまでのメッセージがE9AAからE9ZZへエンコードされます。受信側でCQ AAからCQ ZZへデコードされて表示されます。

新しいFT8とMSK144プロトコルはコンテストメッセージのために別のロスなし圧縮アルゴリズムを使っています。詳細については、QEXに[掲載された記事](#)をご覧ください。

SN比が低い伝播経路では、強力なFEC（forward error correction）を必要とします。モードごとに異なるコーディングを使っています。正確な時間と周波数の同期が送信側と受信側で必要です。デコードを助けるための同期シンボルが適宜埋め込まれます。生成されたオーディオ信号は、常に連続位相で振幅が一定です。

17.2. Slowモード

FT4

FT4では、LDPC FECを使っており、メッセージが77情報ビット、14ビットCRC、83パリティビットの、合計174ビットで構成されます。したがって、LDPC(174,91)となります。同期は4x4のコスタス配列を使い、ランプアップランプダウンのシンボルが送信開始時と終了時に挿入されます。変調は4トーンの周波数変調（4-GFSK）です。キーレートは $12000/576=20.8333$ ボーとなります。1シンボルは2ビットの情報を伝達し、したがって総チャンネルシンボル数は $174/2 + 16 + 2 = 105$ となります。バンド幅は $4 \times 20.8333 = 83.3\text{Hz}$ です。

FT8

FT8は、LDPC FECを使っています。メッセージは77情報ビット、14CRCビット、83パリティビット、合計174チャンネルシンボルで構成されます。したがって、LDPC (174, 91) と表されます。同期は、7x7のコスタス配列を、送信の最初、途中、最後に入れることで行います。変調は8トーンの周波

数変調(8-FSK)で、伝送スピードは $12000/1920=6.25$ ボーです。1シンボル当たり3ビットの情報を含みますので、総チャネルシンボルは $174/3 + 21 = 79$ です。占有周波数帯域は $8 \times 6.25 = 50\text{Hz}$ です。

JT4

拘束長 $K=32$ 、符号レート $r=1/2$ 、zero tailのFECを使っています。 $(72 + 31) \times 2 = 206$ ビットで情報を伝送します。変調は4トーンのFSKで、 $11025/2520 = 4.375$ baudになります。それぞれのシンボルは1個の情報ビット (MSB) と1個の同期ビットを有します。2つの32ビット多項式 $0xf2d05351$ と $0xe4613c47$ で畳み込まれ、その後インターリーバーでスクランブルがかけられます。疑似ランダム同期ベクトルは以下のようになります。

```
000011000110110010100000001100000000000010110110101111101000
10010011111000101000111101100100011010101010111110101010101
011100101101111000011011000111011101110010001101100100011111
10011000011000101101111010
```

JT9

JT4と同じ畳み込み符号を使っています。変調は9トーンのFSKでボーレートは $12000.0/6912 = 1.736$ です。8トーンをデータに使い、1トーンを同期に使います。8トーンの意味は、1シンボルで3ビットのデータを送ることができるということです。16シンボルごとに同期を入れているので、全部で $206/3 + 16 = 85$ round upシンボルが必要です。同期シンボルは1, 2, 5, 10, 16, 23, 33, 35, 51, 52, 55, 60, 66, 73, 83, 85番目に入ります。トーン間周波数はキーイングレートと同じ 1.736Hz で、占有帯域は $9 \times 1.736 = 15.6\text{Hz}$ になります。

JT65

JT65の詳しい説明はQEXの2005年9/10月号に載っています。(63,12)リードソロモン符号で72ビットのユーザーメッセージを63個の6ビット情報をもつシンボルに変換します。もう一つの63シンボルとインターリーブします。

```
100110001111110101000101100100011100111101101111000110101011001
101010100100000011000000011010010110101010011001001000011111111
```

シーケンス番号に1がある間隔で同期トーンが送信されます。変調は $11025/4096 = 2.692$ ボーレートの65-FSKです。トーン間隔はJT65Aでは、キーイングレートと同じ。JT65BとJT65Cでは、それぞれ2倍と4倍です。EMEでは、通常の数字によるレポートの代わりにOOOが使われます。RO、RRR、73は同期ベクタに埋め込まれており、 $16384/11025 = 1.486$ 秒の時間間隔で変化するトーンを使います。

QRA64

QRA64は非常に微弱な電波による通信用に開発されました。内部コードはIV3NWVによってデザインされました。プロトコルは、(63,12) Q-ary Repeat Accumulateコードを使っており、JT65で使われている(63,12)リードソロモンコードより1.3dBの利得があります。3つの7行7列のコスタス配列を使った新しい同期機構を有し、さらに1.9dBの利得をもたらしています。

QRA64の操作はJT65とほとんど同じですが、2トーンの短縮メッセージは持たず、またコールサインデータベースも使っていません。その代わり、QSOで得た情報 (コールサインなど) を使ってさらに

賢くデコードしています。たくさんのEME通信が144MHzから24GHzバンドでQRA64A-Eを使って行われています。

まとめ

各モードのパラメータを次の表にまとめます。Kは拘束長、rは符号化レートです。nとkはブロックコードのサイズです。Qは情報送信チャネルシンボルのアルファベットサイズです。Sync Energyは同期のために使われる電力率であり、S/N Thresholdはデコード率50%以上を達成するための必要なSN比です。

Table 7. Parameters of Slow Modes

Mode	FEC Type	(n,k)	Q	Modulation type	Keying rate (Baud)	Bandwidth (Hz)	Sync Energy	Tx Duration (s)	S/N Threshold (dB)
FT4	LDPC, r=1/2	(174,91)	4	4-GFSK	20.8333	83.3	0.15	5.04	-17.5
FT8	LDPC, r=1/2	(174,91)	8	8-GFSK	6.25	50.0	0.27	12.6	-21
JT4A	K=32, r=1/2	(206,72)	2	4-FSK	4.375	17.5	0.50	47.1	-23
JT9A	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	1.736	15.6	0.19	49.0	-27
JT65A	Reed Solomon	(63,12)	64	65-FSK	2.692	177.6	0.50	46.8	-25
QRA64A	Q-ary Repeat Accumulate	(63,12)	64	64-FSK	1.736	111.1	0.25	48.4	-26
WSPR	K=32, r=1/2	(162,50)	2	4-FSK	1.465	5.9	0.50	110.6	-31

JT4、JT9、JT65、QRA64におけるサブモードの仕様を次のテーブルにまとめます。大きなドップラースプレッドのために広いトーン間隔を用意しています。

Table 8. Parameters of Slow Submodes

Mode	Tone Spacing	BW (Hz)	S/N (dB)
FT4	20.8333	83.3	-17.5
FT8	6.25	50.0	-21
JT4A	4.375	17.5	-23
JT4B	8.75	30.6	-22
JT4C	17.5	56.9	-21
JT4D	39.375	122.5	-20
JT4E	78.75	240.6	-19
JT4F	157.5	476.9	-18
JT4G	315.0	949.4	-17
JT9A	1.736	15.6	-27
JT9B	3.472	29.5	-26
JT9C	6.944	57.3	-25
JT9D	13.889	112.8	-24
JT9E	27.778	224.0	-23
JT9F	55.556	446.2	-22
JT9G	111.111	890.6	-21
JT9H	222.222	1779.5	-20
JT65A	2.692	177.6	-25
JT65B	5.383	352.6	-25
JT65C	10.767	702.5	-25
QRA64A	1.736	111.1	-26
QRA64B	3.472	220.5	-25
QRA64C	6.944	439.2	-24
QRA64D	13.889	876.7	-23
QRA64E	27.778	1751.7	-22

17.3. Fastモード

ISCAT

28文字までのフリーフォーマットのメッセージを送ります。変調は42トーンのFSKでボーレートはISCAT-Aが $11025/512=21.533$ 、ISCAT-Bが $11025/256=43.066$ です。トーン周波数間隔はボーレートと同じです。送れる文字は、

0123456789ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ !.?@-

です。

送信は24シンボルから構成されます。トーン番号0、1、3、2の同期信号から始まり、メッセージ長とメッセージ長に5を加えて値のトーン番号が続きます。さらにユーザーメッセージ18シンボルが送られます。ユーザーメッセージは必ず@から始まります。

たとえば、CQ WA9XYZがどのように送られるか見てみましょう。最初に付加される@を含めて、メッセージ長は10文字です。トーン番号は以下のようになります。

0132AF@CQ WA9XYZ@CQ WA9X0132AFYZ@CQ WA9XYZ@CQ W0132AFA9X ...

sync## sync## sync##

初めの6シンボル（4つが同期、2つがメッセージ長）が24文字毎に繰り返されているところに注目してください。ユーザーメッセージは18シンボルの位置で繰り返し送られます。

JT9

SlowモードのJT9ではキーリングレートが $12000/6912 = 1.736$ baudでした。FastモードのJT9E-Hはトーン間隔に合わせてキーリングレートが変わっています。したがって、メッセージ送信時間は短くなり、送信シーケンスで繰り返し送られます。詳細は以下の表を参照してください。

MSK144

スローモードと同じ構成で、ユーザーメッセージは72ビットです。FECは72ビットから生成された8ビットのCRCコードを付加してから行います。80ビットデータはK9ANによって特別に作られた(128, 80)のLDPCコードにマップされます。2つの8ビット同期シーケンスを付加し、144ビットのメッセージフレームを作ります。変調は2000ボアのOffset Quadrature Phase-Shift Keying (OQPSK)です。偶数番目のビットはin-phase channelで、奇数番目のビットはquadrature channelで送られます。フレーム時間は72ミリ秒で、有効文字転送速度は250 characters/secondになります。

MSK144のコンテストモードでは、付加的なAcknowledgmentビット（W9XYZ K1ABC R FN42のR）を含みます。流星スカッター通信では局間距離がせいぜい2500km程度までであるという事実を使っています。R FN42を送るため、対蹠点のロケータを埋め込みます。受信側では、距離が10,000km以上であることを検出し、逆変換することで埋め込まれたRを認識します。

MSK144は短縮メッセージをサポートします。短縮メッセージは4ビットでシグナルレポート、R+レポート、RRR、または73を2局のコールサインから作った12ビットのハッシュ値とともに送ります。(32,16) LDPCと8ビットの同期ベクタを加え、40ビットのフレームを作ります。短縮メッセージ送信時間は20ミリ秒で、非常に短い散乱信号でも送ることが出来ます。

72ミリ秒、または20ミリ秒信号は間断なく繰り返し送信されます。一回の送信は15秒が適当でしょう。

MSK144信号はつねにSSBの送信バンド幅をフルに使います。したがって1500Hzを中心周波数として使います。送信機、受信機は300Hzから2700Hzでフラットな応答特性をもっていることが望ましいです。相手局との周波数ずれは最大 ± 200 Hzです。

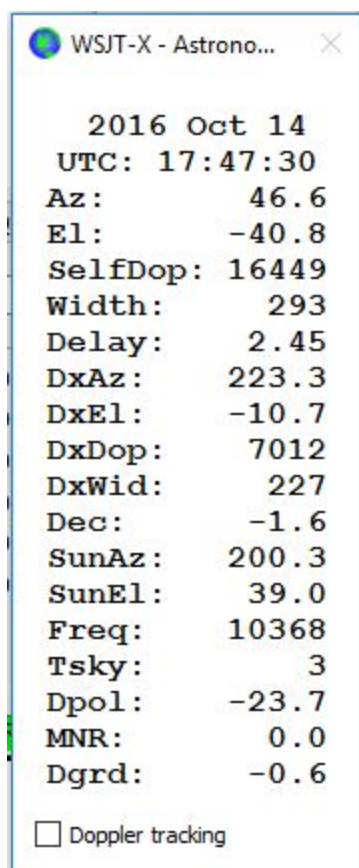
まとめ

Table 9. Parameters of Fast Modes

Mode	FEC Type	(n,k)	Q	Modulation Type	Keying rate (Baud)	Bandwidth (Hz)	Sync Energy	Tx Duration (s)
ISCAT-A	-	-	42	42-FSK	21.5	905	0.17	1.176
ISCAT-B	-	-	42	42-FSK	43.1	1809	0.17	0.588
JT9E	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	25.0	225	0.19	3.400
JT9F	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	50.0	450	0.19	1.700
JT9G	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	100.0	900	0.19	0.850
JT9H	K=32, r=1/2	(206,72)	8	9-FSK	200.0	1800	0.19	0.425
MSK144	LDPC	(128,80)	2	OQPSK	2000	2400	0.11	0.072
MSK144 Sh	LDPC	(32,16)	2	OQPSK	2000	2400	0.20	0.020

18. 天文データ

Astronomical Data と書かれたウィンドウには太陽や月を追跡するための情報、EMEのドップラーシフトの情報、EMEの伝搬損失予測値が含まれています。ViewメニューのAstronomical dataをクリックすると表示されます。



表示されるのはUTC日時、時間、月の方位、仰角、ドップラーシフト、ドップラーズプレッド、エコ遅延、相手局から見た月の方位、仰角、加えて、太陽の方位、仰角、周波数、月方向の空の背景温度などが表示されます。

19. ユーティリティプログラム

WSJT-Xパッケージにはrigctl-wsjtx[.exe]が同梱されています。コマンドライン（バッチファイル、シェルスクリプトも可）からCAT命令を無線機に送ることができます。rigctld-wsjtx[.exe]は、他のプログラムとCATを制御を共有できるようにするソフトです。最新のHamlib無線機ドライバが含まれています。

jt4code、jt9code、jt65codeを使うと、ユーザーメッセージをチャネルシンボルやトーン番号へ変換したり、逆変換してみたりすることができます。これらのプログラムを使って、ビーコンを作ったり、送信メッセージの規則を把握したり、エラー制御コードの振る舞いをみることができます。

JT4のチャネルシンボルは0から3です。メッセージは206シンボルから構成されます。jt4codeを走らせるときは、jt4codeの後にメッセージをクォーテーションマークで囲って入力します。Windows環境ではこのようになります。

```
C:\WSJTX\bin> jt4code "G0XYZ K1ABC FN42"
```

Message	Decoded	Err? Type
---------	---------	-----------

1. G0XYZ K1ABC FN42 G0XYZ K1ABC FN42 1: Std Msg

Channel symbols

2 0 0 1 3 2 0 2 3 1 0 3 3 2 2 1 2 1 0 0 0 2 0 0 2 1 1 2 0 0
2 0 2 0 2 0 2 0 2 3 0 3 1 0 3 1 0 3 0 1 1 1 1 0 1 0 0 2 3
2 2 3 0 2 1 3 3 3 3 2 0 2 1 2 3 0 0 2 3 1 1 1 0 3 1 2 0 3 2
0 2 3 3 0 1 2 1 2 1 0 1 0 1 1 1 1 3 0 3 0 3 2 3 3 0 3 0 1 0
3 3 3 0 0 3 2 1 3 2 3 1 3 3 2 2 0 2 3 3 2 1 1 0 2 2 3 3 1 2
3 1 1 2 1 1 1 0 2 1 2 0 2 3 1 2 3 1 2 2 1 2 0 0 3 3 1 1 1 1
2 0 3 3 0 2 2 2 3 3 0 0 0 1 2 3 3 2 1 1 1 3 2 3 0 3

JT9のチャネルシンボルは0から8です。0は同期トーンです。メッセージは85シンボルから構成されます。

C:\WSJTX\bin> jt9code "G0XYZ K1ABC FN42"

Message	Decoded	Err? Type
---------	---------	-----------

1. G0XYZ K1ABC FN42 G0XYZ K1ABC FN42 1: Std Msg

Channel symbols

0 0 7 3 0 3 2 5 4 0 1 7 7 7 8 0 4 8 8 2 2 1 0 1 1 3 5 4 5 6
8 7 0 6 0 1 8 3 3 7 8 1 1 2 4 5 8 1 5 2 0 0 8 6 0 5 8 5 1 0
5 8 7 7 2 0 4 6 6 6 7 6 0 1 8 8 5 7 2 5 1 5 0 4 0

jt65codeでは情報シンボルのみ表示します。シンボル値は0から63です。同期シンボルはデータトーン0の2トーン間隔分下にあります。例を下に示します。72ビットのメッセージを12個の6ビットシンボル値で表示しています。

C:\WSJTX\bin> jt65code "G0XYZ K1ABC FN42"

Message	Decoded	Err? Type
---------	---------	-----------

1. G0XYZ K1ABC FN42 G0XYZ K1ABC FN42 1: Std Msg

Packed message, 6-bit symbols 61 36 45 30 3 55 3 2 14 5 33 40

Information-carrying channel symbols

56 40 8 40 51 47 50 34 44 53 22 53 28 31 13 60 46 2 14 58 43
41 58 35 8 35 3 24 1 21 41 43 0 25 54 9 41 54 7 25 21 9

62 59 7 43 31 21 57 13 59 41 17 49 19 54 21 39 33 42 18 2 60

JT9とJT65の強力なFECを見てみましょう。送るメッセージのうち1文字だけ変えてみます。ここでは、FN42をFN43に変えてみましょう。

```
C:\WSJTX\bin> jt65code "G0XYZ K1ABC FN43"
```

Message	Decoded	Err? Type

1. G0XYZ K1ABC FN43	G0XYZ K1ABC FN43	1: Std Msg

Packed message, 6-bit symbols 61 36 45 30 3 55 3 2 14 5 33 41

Information-carrying channel symbols

25 35 47 8 13 9 61 40 44 9 51 6 8 40 38 34 8 2 21 23 30

51 32 56 39 35 3 50 48 30 8 5 40 18 54 9 24 30 26 61 23 11

3 59 7 7 39 1 25 24 4 50 17 49 52 19 34 7 4 34 61 2 61

6 3 シンボルのうち5 2 シンボルが違う値になっていることがわかんと思います。

QRA64モードでもやってみましょう。

```
C:\WSJTX\bin> qra64code "KA1ABC WB9XYZ EN37"
```

Message	Decoded	Err? Type

1 KA1ABC WB9XYZ EN37	KA1ABC WB9XYZ EN37	1: Std Msg

Packed message, 6-bit symbols 34 16 49 32 51 26 31 40 41 22 0 41

Information-carrying channel symbols

34 16 49 32 51 26 31 40 41 22 0 41 16 46 14 24 58 45 22 45 38 54 7 23 2 49 32 50 20 33

55 51 7 31 31 46 41 25 55 14 62 33 29 24 2 49 4 38 15 21 1 41 56 56 16 44 17 30 46 36

23 23 41

Channel symbols including sync

20 50 60 0 40 10 30 34 16 49 32 51 26 31 40 41 22 0 41 16 46 14 24 58 45 22 45 38 54 7

23 2 49 32 50 20 33 55 51 20 50 60 0 40 10 30 7 31 31 46 41 25 55 14 62 33 29 24 2 49

4 38 15 21 1 41 56 56 16 44 17 30 46 36 23 23 41 20 50 60 0 40 10 30

-tオプションをつけると、サポ-するすべてのメッセージタイプを表示します。

```
C:\WSJTX\bin> jt65code -t
```


Message	Decoded	Err?	Type
1. CQ WB9XYZ EN34	CQ WB9XYZ EN34	1:	Std Msg
2. CQ DX WB9XYZ EN34	CQ DX WB9XYZ EN34	1:	Std Msg
3. QRZ WB9XYZ EN34	QRZ WB9XYZ EN34	1:	Std Msg
4. KA1ABC WB9XYZ EN34	KA1ABC WB9XYZ EN34	1:	Std Msg
5. KA1ABC WB9XYZ RO	KA1ABC WB9XYZ RO	1:	Std Msg
6. KA1ABC WB9XYZ -21	KA1ABC WB9XYZ -21	1:	Std Msg
7. KA1ABC WB9XYZ R-19	KA1ABC WB9XYZ R-19	1:	Std Msg
8. KA1ABC WB9XYZ RRR	KA1ABC WB9XYZ RRR	1:	Std Msg
9. KA1ABC WB9XYZ 73	KA1ABC WB9XYZ 73	1:	Std Msg
10. KA1ABC WB9XYZ	KA1ABC WB9XYZ	1:	Std Msg
11. CQ 000 WB9XYZ EN34	CQ 000 WB9XYZ EN34	1:	Std Msg
12. CQ 999 WB9XYZ EN34	CQ 999 WB9XYZ EN34	1:	Std Msg
13. CQ EU WB9XYZ EN34	CQ EU WB9XYZ EN34	1:	Std Msg
14. CQ WY WB9XYZ EN34	CQ WY WB9XYZ EN34	1:	Std Msg
15. ZL/KA1ABC WB9XYZ	ZL/KA1ABC WB9XYZ	2:	Type 1 pfx
16. KA1ABC ZL/WB9XYZ	KA1ABC ZL/WB9XYZ	2:	Type 1 pfx
17. KA1ABC/4 WB9XYZ	KA1ABC/4 WB9XYZ	3:	Type 1 sfx
18. KA1ABC WB9XYZ/4	KA1ABC WB9XYZ/4	3:	Type 1 sfx
19. CQ ZL4/KA1ABC	CQ ZL4/KA1ABC	4:	Type 2 pfx
20. DE ZL4/KA1ABC	DE ZL4/KA1ABC	4:	Type 2 pfx
21. QRZ ZL4/KA1ABC	QRZ ZL4/KA1ABC	4:	Type 2 pfx
22. CQ WB9XYZ/VE4	CQ WB9XYZ/VE4	5:	Type 2 sfx
23. HELLO WORLD	HELLO WORLD	6:	Free text
24. ZL4/KA1ABC 73	ZL4/KA1ABC 73	6:	Free text
25. KA1ABC XL/WB9XYZ	KA1ABC XL/WB9	* 6:	Free text
26. KA1ABC WB9XYZ/W4	KA1ABC WB9XYZ	* 6:	Free text
27. 123456789ABCDEFGH	123456789ABCD	* 6:	Free text
28. KA1ABC WB9XYZ EN34 OOO	KA1ABC WB9XYZ EN34 OOO	1:	Std Msg
29. KA1ABC WB9XYZ OOO	KA1ABC WB9XYZ OOO	1:	Std Msg
30. RO	RO	-1:	Shorthand
31. RRR	RRR	-1:	Shorthand

MSK144ではバイナリチャネルコードを使っています。従って送るシンボル値は0か1です。偶数番目のシンボルはIチャネルへ、奇数番目のシンボルはQチャネルに送られます。

```
C:\WSJTX\bin> msk144code "K1ABC W9XYZ EN37"
```

Message	Decoded	Err? Type
---------	---------	-----------

1. K1ABC W9XYZ EN37	K1ABC W9XYZ EN37	1: Std Msg
---------------------	------------------	------------

Channel symbols

```
110000100011001101010101001000111111001001001100110010011100001001000000
010110001011101111001010111011001100110101011000111101100010111100100011
```

```
C:\WSJTX\bin> msk144code "<KA1ABC WB9XYZ> R-03"
```

Message	Decoded	Err? Type
---------	---------	-----------

1. <KA1ABC WB9XYZ> R-03	<KA1ABC WB9XYZ> R-03	7: Hashed calls
-------------------------	----------------------	-----------------

Channel symbols

```
1000011100001000111011111010011011111010
```

20. サポート

20.1. セットアップに関するヘルプ

セットアップやインストール、設定に関するヘルプが必要なときはWSJT Group wsjtx@groups.io

がありますので、そこで助けを求めるとよいでしょう。あなたの抱える問題と似たような問題をすでに経験しているメンバーが助けてくれるかもしれません。なお、グループに参加するときは登録が必要です。

20.2. バグレポート

WSJT-Xユーザーはボランティアプログラマを助け、プログラムをよりよくしていく責任があります。バグは、上記の Groups io、または、WSJT開発者メーリングリスト

wsjt-devel@lists.sourceforge.net

に報告してください。バグレポートには次の情報も忘れずに記述するようお願いします。

- プログラムのバージョン
- OS
- 問題の詳細な記述
- 問題を再現するための正確な手順

20.3. 機能追加変更に関する要望

ユーザからの提案から新しい機能が追加されることが頻繁にあります。いいアイディアは、いつでも歓迎です。WSJT-Xで、こういう機能があったらよいのに、と思ったときは、それがどのくらい良いのか、なぜ必要なのか、そしてどのくらい他のユーザがそれを歓迎するか、を含めてお知らせください。

21. 謝辞

WSJTプロジェクトはK1JTによって2001年にスタートしました。2005年にはオープンソースになり、いまはWSJT、MAP65、WSPR、WSJT-X、WSPR-Xが含まれます。とくに2013年からG4WJS、2015年からK9ANに多大なる貢献をいただきました。

すべてのコードはGNU Public License (GPL) です。ここでは、書ききれないくらい、多くのユーザがWSJTと姉妹プログラムの開発に貢献してきました。

WSJT-Xに関しては、特に、AC6SL, AE4JY, DJ0OT, G3WDG, G4KLA, G4WJS, IV3NWV, IW3RAB, K3WYC, K9AN, KA6MAL, KA9Q, KB1ZMX, KD6EKQ, KI7MT, KK1D, ND0B, PY2SDR, VE1SKY, VK3ACF, VK4BDJ, VK7MO, W4TI, W4TV, and W9MDBに感謝の意を表します。デザイン、プログラミング、テスト、そしてドキュメントで貢献いただいています。

WSJT-Xのウォーターフォールのカラーパレットのいくつかは素晴らしいオープンソースのfldigi (W1HKJらの開発プログラム) からいただいています。

様々な開発ツールやライブラリを使っています。とくに、Free Software FoundationのGNU Compiler Collection、イリノイ大学のLLVM clangコンパイラ、Digia PLCのQtプロジェクトに感謝します。Matteo FrigoとSteven G. JohnsonのFFTWライブラリ、P. T. WallaceのSLALIB、NASAの高精度天文暦ソフトにも感謝します。

22. ライセンス

WSJT-X is free software: you may redistribute and/or modify it under the terms of the GNU General Public License as published by the Free Software Foundation, either version 3 of the License, or (at your option) any later version.

WSJT-X is distributed in the hope that it will be useful, but WITHOUT ANY WARRANTY; without even the implied warranty of MERCHANTABILITY or FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. See the GNU General Public License for more details.

You should have received a copy of the GNU General Public License along with this documentation. If not, see GNU General Public License.

Except where otherwise noted, all algorithms, protocol designs, source code, and supporting files contained in the WSJT-X package are the intellectual property of the program's authors. The authors assert Copyright ownership of this material, whether or not such copyright notice appears in each

individual file. Others who make fair use of our work under terms of the GNU General Public License must display the following copyright notice prominently:

The algorithms, source code, look-and-feel of WSJT-X and related programs, and protocol specifications for the modes FSK441, FT8, JT4, JT6M, JT9, JT65, JTMS, QRA64, ISCAT, and MSK144 are Copyright © 2001-2020 by one or more of the following authors: Joseph Taylor, K1JT; Bill Somerville, G4WJS; Steven Franke, K9AN; Nico Palermo, IV3NWV; Greg Beam, KI7MT; Michael Black, W9MDB; Edson Pereira, PY2SDR; Philip Karn, KA9Q; and other members of the WSJT Development Group.